はじめに

皆さんは今まで，どんなことを意識しながら勉強してきましたか？単純に好きな科目だからいつもやっていた人，とにかく受験で必要だから解きまくっておかなきゃという人，この科目はよくわからないから後回しな人，など様々だと思います。特に物理の場合は3 番目の意見の人が多いかもしれませんね。

しかし，物理というのは本当はおもしろい学問なのです。「ほんの少し」解り始めるだけで途端におもしろくなる，そんな学問なのです。ただ，その「ほんの少し」の理解に皆苦しんでしまい，嫌いになってしまう。ですから，授業ではそこを，「最初の第１歩」を特にしっかりとやりたいと思います。覚えなければいけないことはほんの少しだけしかありません。授業では原理や法則などを含め，何を覚えなければいけないのか，何は覚えなくてよいのか，をしっかりと把握させ，「はじめの一歩」でつまずかないように話をしています。動画を見てポイントの説明を理解したら，まずはそれを「使ってみて」ください。それが，「物理」というものの理解につながるはずです。

このテキストは，入試問題に頻出の問題を集め，それを通して物理の基本的な考え方が理解できるように編集してあります。また，各講の内容が理解できたかチェックできるテスト＆解説がついています。講によっては総合的な内容になっているものもあります。ポイント→例題→テストの３段階チェックで，しつこいくらいに確認をしながら進めていけるはずです。

物理の力をつけるために，とにかくまずはこのテキストをしっかり理解するように努めましょう。
そのためには，

１．テキストをざっとみたら授業をしっかり聞いて，ノートをとる
２．**何も見ずに解けるようになるまで繰り返し解く。**
３．類題などを解き，知識，技術をしっかりと身につける。

ということを意識して進めてください。特に２．の**繰り返す**ということが大事です。これを怠って点が伸びない人がとても多い。わかった気になって放っておくのが一番危険です。つまずいたときは，再び動画を見てみればいい。飽きを感じたりすることもあるかもしれませんが，初めのうちは，とにかく**何度も繰り返して**ください。

受験期はいろいろな意味で成長できる大事な時期です。沢山のことを貪欲に，しっかりと吸収し，１段も２段も上へと成長できるよう，弛まず進んでいってください。そして，必ず栄光をつかみましょう！

中野　喜允

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〈目次〉

第１講　位置・速度・加速度 …… p. 4
第２講　放物運動・力のつりあい …… p. 12
第３講　摩擦力 …… p. 22
第４講　運動方程式 …… p. 30
第５講　仕事とエネルギー …… p. 40
第６講　運動量と力積 …… p. 48
第７講　円運動 …… p. 56
第８講　単振動と万有引力 …… p. 64
第９講　波の基礎 …… p. 70
第10講　反射と定常波 …… p. 78
第11講　音波と弦の振動 …… p. 88
第12講　気柱の振動 …… p. 96

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　位置・速度・加速度

1

x 軸上を等加速度運動する物体について考える。速度，加速度の向きは x 軸の正の向きを正の向きとして，以下の問に答えよ。

この物体が時刻 $t=0$ に $x=0$ を速度 4 [m/s] で通過し，3 [s] 後に速度が 10 [m/s] になった場合。

(1)　物体の加速度を求めよ。

(2)　$t=3$ [s] での位置を求めよ。

(3)　この物体が $x=12$ [m] を通過するときの速度を求めよ。

次に，この物体が $t=0$ に $x=0$ を速度 4 [m/s] で通過し，4 [s] 後に速度が −12 [m/s] になった場合。

(4)　物体の加速度を求めよ。

(5)　この物体の速度が，正から負に変わる時刻を求めよ。

(6)　この物体が再び原点を通過する時刻を求めよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

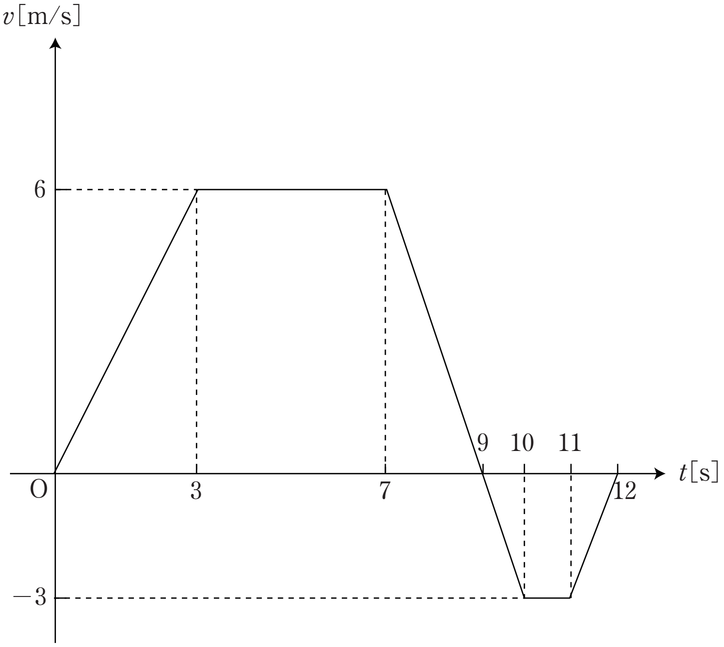
2

時刻 $t=0$ に原点Oを出発し，x 軸上を図のような速度で運動する物体がある。

(1) 時刻 $t=2$, 6, 9 [s] における物体の加速度は各々いくらか。

(2) 物体が原点Oから最も遠ざかる時刻はいくらか。

(3) 時刻 $t=0$ から $t=12$ までの間の物体の変位と実際に動いた距離を求めよ。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

高さ 39.2 [m] の建物の屋上から，小球を鉛直上向きに初速度 9.8 [m/s] で投げ上げた。重力加速度の大きさを 9.8 [m/s^2] とする。

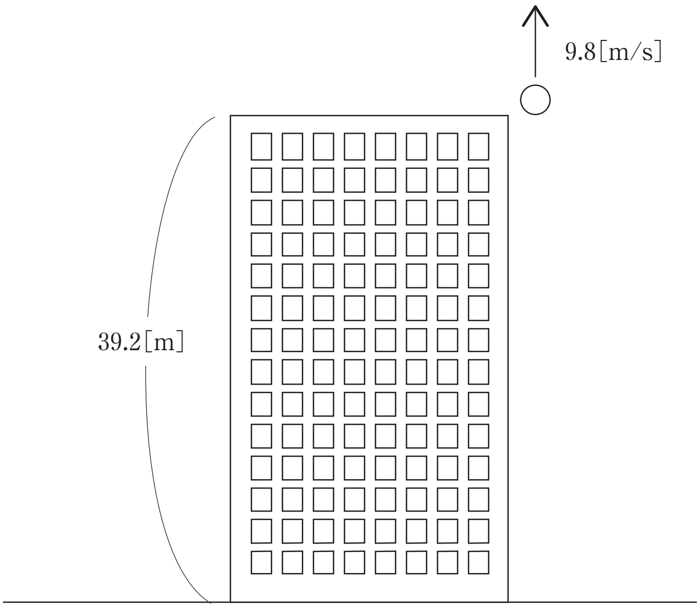
(1) 小球が最高点に行くまでにかかる時間を求めよ。

(2) 最高点の，屋上からの高さを求めよ。

(3) 再び屋上の高さに戻ってきたときの，小球の速さを求めよ。

(4) 投げてから，小球が地面に着くまでにかかる時間を求めよ。

(5) 小球が地面に着く直前の，小球の速さを求めよ。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第1講　確認テスト

次の各設問の[　　]に該当する答の番号を，解答群から選びなさい。

［A］　ある物体が，右方向に 0.20m/s の初速で等加速度直線運動を開始し，10.0 秒後に左方向に 0.30m/s の速さになった。この物体の運動開始から引き返し点までの時間は[(ア)][s]，それまでの移動距離は[(イ)]［m］となる。

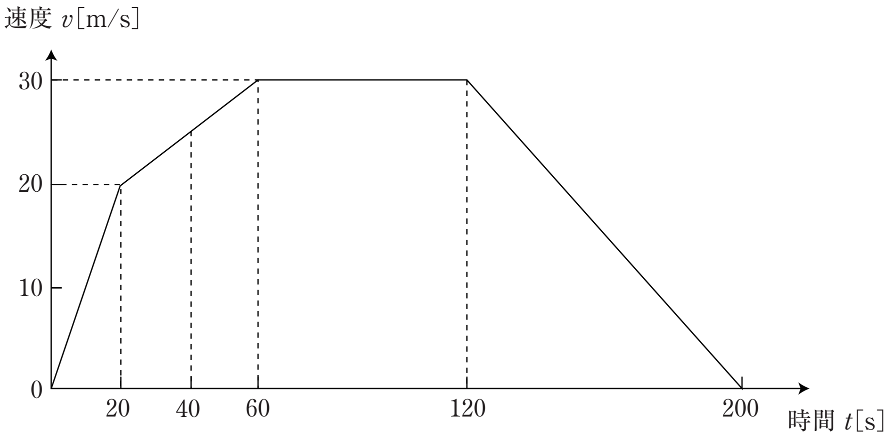
[(ア)]の解答群

① 1.0　② 2.0　③ 4.0　④ 8.0
⑤ 12　⑥ 20

[(イ)]の解答群

① 0.20　② 0.40　③ 0.80　④ 1.2
⑤ 1.5　⑥ 3.0

［B］　図は一直線上を移動する物体の時間―速度グラフである。以下の問は有効数字 2 桁として求めよ。



問 1　出発してから t=60 秒までに進んだ物体の距離は[(ウ)]km である。
問 2　t=40 秒における加速度は[(エ)]$\times 10^{-1}$ m/s^2 である。
問 3　出発してから t=200 秒までの物体の平均速度は[(オ)]$\times$ 10m/s である。

(ウ)，(エ)，(オ)の解答群

① 1.0　② 1.2　③ 1.4　④ 2.1　⑤ 2.2
⑥ 2.5　⑦ 3.2　⑧ 3.5　⑨ 4.4　⑩ 4.6

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2講　放物運動・力のつりあい

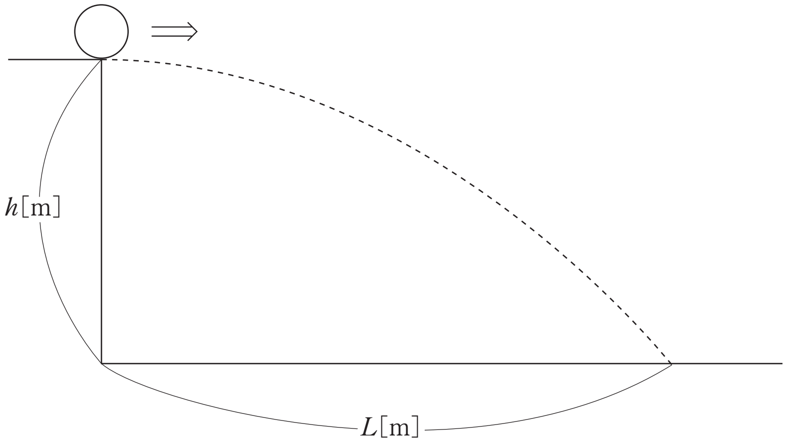
1

　高さ h [m] の崖の上から，水平方向に打ち出した物体が，投げた地点の真下から前方 L [m] の地点で地面に落ちた。重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。

(1)　物体の初速度の大きさを求めよ。

(2)　地面に着くまでに，かかる時間を求めよ。

(3)　地面に着く直前に，物体の速度と地面のなす角の大きさを θ として，$\tan\theta$ を求めよ。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

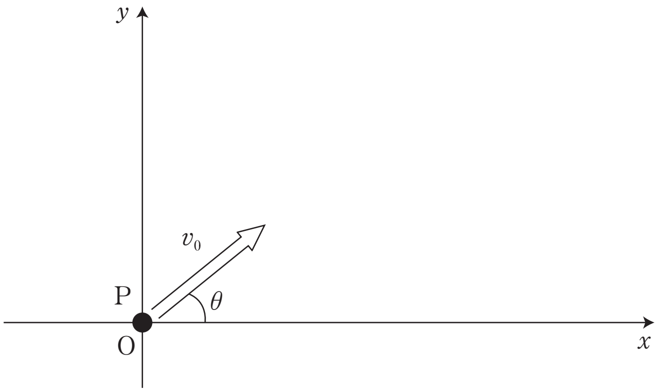
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

水平面上の原点 O から小物体 P を水平面となす角 θ の方向に初速度 v_0 で投げる。水平面上に x 軸，鉛直上方に y 軸をとり，以下の問いに答えよ。重力加速度の大きさを g とする。

⑴ 小物体 P が達する最高点の高さを求めよ。

⑵ 水平方向の到達距離を求めよ。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

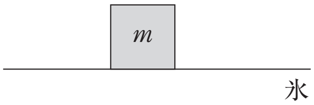
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

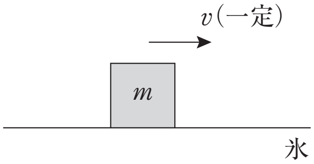
3

次の図の状態のとき，物体にかかる力を矢印で図示せよ（なお，図中の m，M は物体の質量である）。

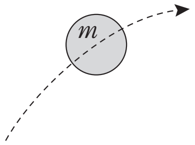
(1) (ア) 氷上で止まっている物体



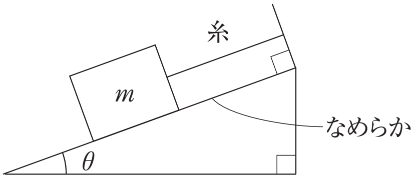
(イ) 氷上を等速ですべっている物体



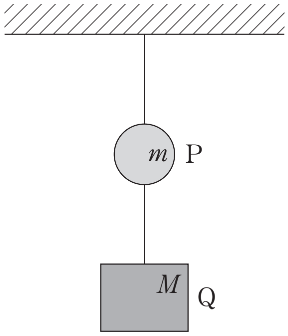
(2) 投げられたボール



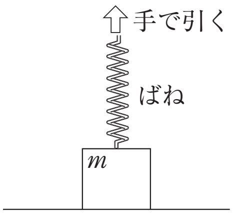
(3) なめらかな斜面上に置かれた物体



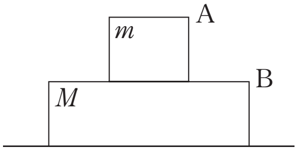
(4) 糸でつるされた物体



(5) 床に置かれた物体にばねをつけ，手で鉛直上向きに引く



(6) 床の上に重ねて置かれた物体 A，B



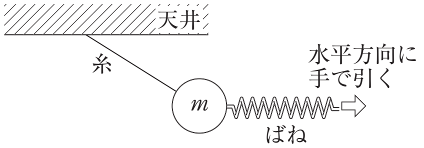
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

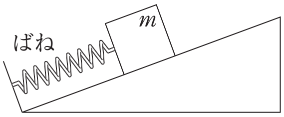
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

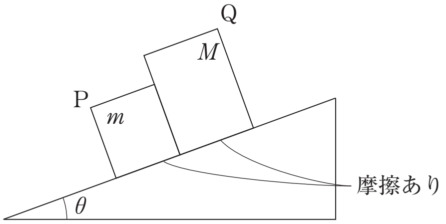
⑺　糸とばねで支えられて静止している物体



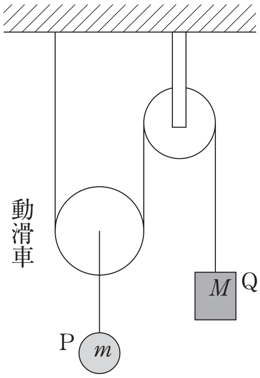
⑻　斜面の上に，ばねにつなげられて置かれた物体



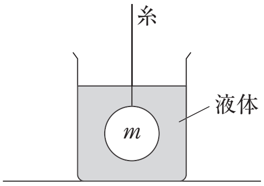
⑼　摩擦のある斜面上に置かれた物体



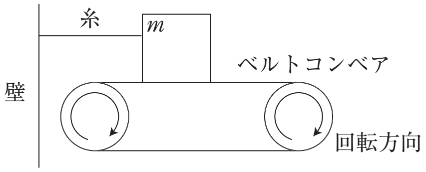
⑽　滑車でつるされた物体



⑾　液体中に，糸でつり下げられた物体



⑿　ベルトコンベア上で静止している物体



（ベルトコンベアの速度は一定とする。）

ⓒRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

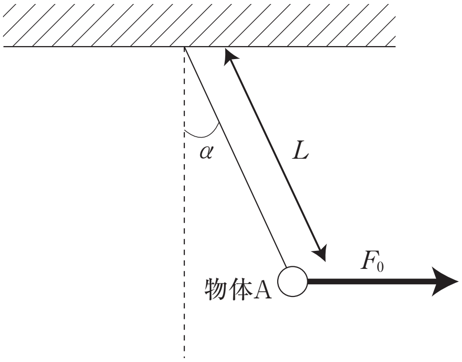
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2講　確認テスト

以下の設問に最も適する答をそれぞれの解答群から選べ。

天井に伸び縮みをしない軽い糸をとりつけ，糸のもう一端に質量 M の大きさの無視できる物体 A をとりつけてつるす。この物体 A に水平方向の力 F_0 を加えたところ，図のような状態で力がつりあった。ただし，糸の長さを L，重力加速度の大きさを g とする。糸が鉛直線となす角を α とする。



問1　糸が物体 A を引く力 T の鉛直方向の成分の大きさはいくらか。 (ア)

①　$\dfrac{T}{\sin\alpha}$　②　$\dfrac{T}{\cos\alpha}$　③　$T\sin\alpha$　④　$T\cos\alpha$　⑤　$T\tan\alpha$

問2　糸が物体 A を引く力 T の水平方向の成分の大きさはいくらか。 (イ)

①　$\dfrac{T}{\sin\alpha}$　②　$\dfrac{T}{\cos\alpha}$　③　$T\sin\alpha$　④　$T\cos\alpha$　⑤　$T\tan\alpha$

問3　糸が物体 A を引く力 T の大きさはいくらか。 (ウ)

①　$\dfrac{Mg}{\sin\alpha}$　②　$\dfrac{Mg}{\cos\alpha}$　③　$Mg\sin\alpha$　④　$Mg\tan\alpha$　⑤　$\dfrac{Mg\cos\alpha}{\sin\alpha}$

問4　物体 A に加えた力 F_0 はいくらか。 (エ)

①　$Mg\sin\alpha$　②　$Mg\cos\alpha$　③　$Mg\tan\alpha$　④　$\dfrac{Mg}{\sin\alpha}$　⑤　$\dfrac{Mg}{\cos\alpha}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

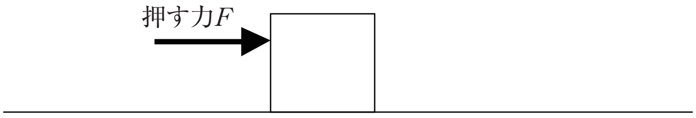
第３講　摩擦力

1

図のように粗い面上に重さ 100［N］の物体をおき，図の左方から適当な大きさ F［N］の力を水平に加える。物体と面の間の静止摩擦係数を 0.5，動摩擦係数を 0.2 として以下の問いに答えよ。

(1)　$F=30$［N］の力を加えたが，物体は動かなかった。摩擦力の大きさ R［N］はいくらか。

(2)　横軸に F［N］，縦軸に R［N］をとり，押す力 F［N］と摩擦力の大きさ R［N］の関係を表すグラフをかけ。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

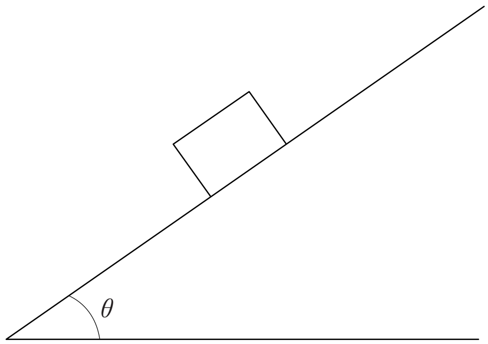
図のように，角度を自由に変えることのできる粗い斜面を用意して，その上に質量 m の物体をのせる。角度を大きくしていき，ある θ になったときに物体は静止していた。重力加速度を g とする。

(1)　物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

(2)　物体が斜面から受ける摩擦力の大きさを求めよ。

角度 θ を大きくしていくと，やがて角度が θ_0 となったときに物体は斜面をすべり出した。

(3)　斜面と物体の間の静止摩擦係数を，θ_0 を用いて表せ。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

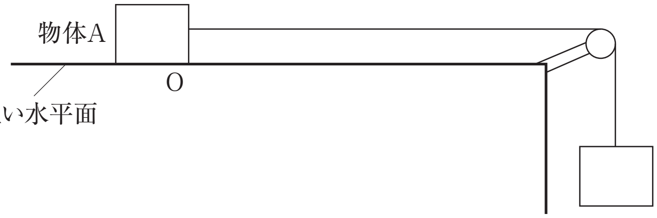
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

次の文章を読んで，以下の問いに答えよ。

軽くて伸びのない糸でつながれた物体Aと物体Bがある。図のように，粗い水平面上の点Oに物体Aを置き，糸を水平に張って軽い滑車にかけ，物体Bをつり下げたところ，物体Aと物体Bは糸がたるむことなく静止したままであった。物体Aの質量を m_A [kg]，物体Bの質量を m_B [kg]、物体Aと水平面との間の静止摩擦係数を μ，重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。



(1) 物体Aが水平面から受ける垂直抗力の大きさ N [N] はいくらか。

(2) 糸の張力の大きさを求めよ。

(3) 物体Aがすべり出さないためには，物体Bの質量はある値以下でなくてはならない。その質量の最大値 m_B [kg] を，μ，m_A を用いて表せ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

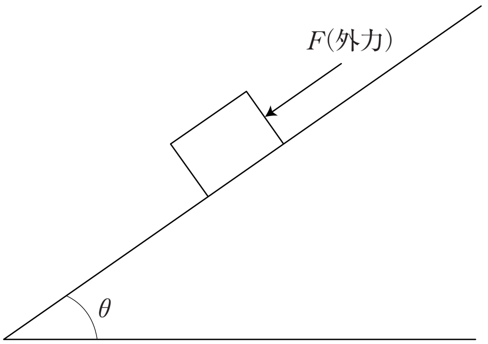
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

図のような，角度 θ の粗い斜面を用意して，その上に質量 m の物体を乗せる。斜面に沿って下向きに大きさ F の外力を加えたところ，物体はまだ静止していた。重力加速度の大きさを g，物体と斜面の間の静止摩擦係数を μ とする。



⑴物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

①　F　②　mg　③　$mg\sin\theta$　④　$mg\cos\theta$

⑵物体が斜面から受ける摩擦力の大きさを求めよ。

①　F　②　$\mu mg\cos\theta$　③　$F+mg\sin\theta$　④　mg

外力の大きさを大きくしていくと，やがて物体は斜面をすべり出した。
⑶すべり出す直前に加えていた外力の大きさを求めよ。

①　$\mu mg\cos\theta$　②　$\mu mg\cos\theta-mg\sin\theta$　③　$mg\sin\theta+\mu mg\cos\theta$　④　mg

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

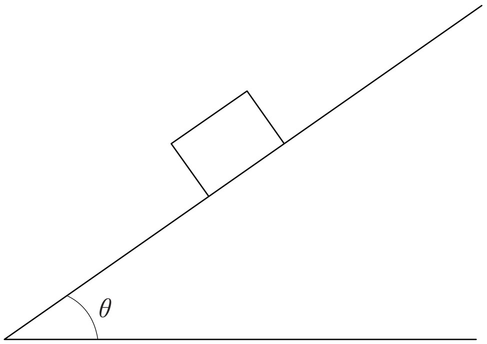
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　運動方程式

1

図のように，傾斜角 θ の粗い斜面を用意し，その上に質量 m の物体をのせると，物体は斜面に沿って下向きに動き出した。重力加速度を g，物体と斜面の間の動摩擦係数を μ とする。

(1) 物体が斜面から受ける動摩擦力の大きさを求めよ。
(2) 物体の加速度を斜面に沿って下向きを正として a とする。運動方程式を立てよ。
(3) 加速度 a を μ，g，θ を用いて表せ。
(4) この物体が斜面に沿って l だけすべるのにかかる時間と，そのときの速さを求めよ。



©RECRUIT HOLDINGS

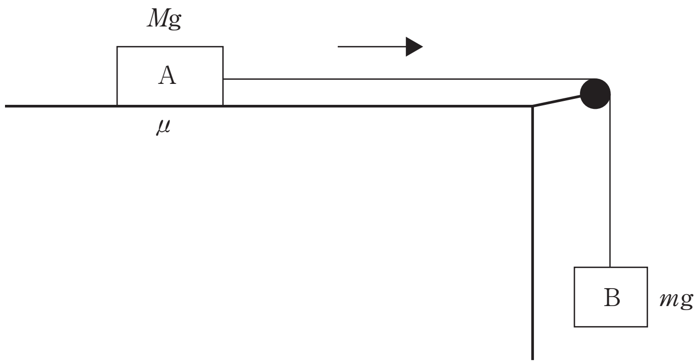
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

図のように，M [kg] の物体 A を台の上に置き，ひもでなめらかな軽い滑車を介して，m [kg] の物体Bをつり下げた。次の文の［　　］の中に適当な数もしくは数式を入れなさい。ここで重力加速度の大きさを g [m/s^2]，滑車のひもの張力を T [N]，おもり A，Bの加速度を a [m/s^2] としなさい。



最初に，台と物体 A との間に摩擦が無い場合について考える。物体 A，Bの運動方程式はそれぞれ

$Ma=$ ［ 1 ］

$ma=$ ［ 2 ］

となり，$T=$ ［ 3 ］ [N]，$a=$ ［ 4 ］ [m/s^2] になる。

次に，台と物体 A との間に摩擦があり，物体 A，Bが静止している場合を考える。このとき，滑車のひもの張力 T は［ 5 ］ [N] である。台と物体 A との間の静止摩擦係数を μ とすると，物体 A の最大摩擦力は［ 6 ］$\times \mu$ [N] で，μ が［ 7 ］以下になると物体 A は動き出す。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

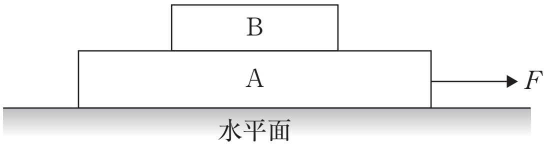
< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

水平面上に質量 M の板Ａがあり，その上に質量 m の板Ｂがのせてある。板Ａと板Ｂとの間の静止摩擦係数を μ，板Ａと水平面との間の動摩擦係数を μ' とし $\mu > \mu'$ とする。重力加速度の大きさを g とする。以下の各問について，対応する解答群の中から最も適する答えを１つ選び，その記号を答えよ。



板Ａに糸をつけて水平方向に力 F を加えて動かしたところ，板Ｂはすべることなく板Ａといっしょになって動いた。

問１　板Ａと水平面との間に働く摩擦力の大きさはいくらか。［1］

問２　板Ａおよび板Ｂのそれぞれの運動方程式はどれか。図の右向きを正とし，板Ａと板Ｂの加速度の大きさを a，板Ａと板Ｂとの間に働く摩擦力の大きさを f とする。

板Ａの運動方程式　［2］

板Ｂの運動方程式　［3］

問３　このとき，板Ａと板Ｂの加速度の大きさ a はいくらか。［4］

水平方向の力 F を少しずつ大きくしていったところ，板Ｂがすべり始めた。

問４　すべり始める直前の摩擦力 f の大きさはいくらか。［5］

問５　このときの水平方向の力 F の大きさを求めよ。［6］

［1］，［5］の解答群

(ア)　mg　　(イ)　Mg　　(ウ)　$\mu' mg$　　(エ)　$\mu' Mg$

(オ)　$\mu'(M+m)g$　　(カ)　μmg　　(キ)　μMg　　(ク)　$\mu(M+m)g$

(ケ)　$(M+m)g$

［2］，［3］の解答群

(ア)　$ma=F$　　(イ)　$ma=f$　　(ウ)　$(M+m)a=F$

(エ)　$ma=F+f$　　(オ)　$ma=F-f$　　(カ)　$Ma=F$

(キ)　$Ma=f$　　(ク)　$Ma=F-f-\mu' mg$

(ケ)　$Ma=F-f-\mu' Mg$　　(コ)　$Ma=F-f-\mu'(M+m)g$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4 の解答群

(ア) g　　(イ) $\mu' g$

(ウ) μg　　(エ) $(\mu-\mu')g$

(オ) $(\mu+\mu')g$　　(カ) $\dfrac{F}{M+m}+\mu g$

(キ) $\dfrac{F}{M+m}-\mu g$　　(ク) $\dfrac{F}{M+m}+\mu' g$

(ケ) $\dfrac{F}{M+m}-\mu' g$

6 の解答群

(ア) $(\mu-\mu)(M+m)g$　　(イ) $(\mu+\mu')(M+m)g$

(ウ) $(\mu+\mu')(M-m)g$　　(エ) $(\mu-\mu')(M-m)g$

(オ) $(M+m)g$　　(カ) $\mu'(M+m)g$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

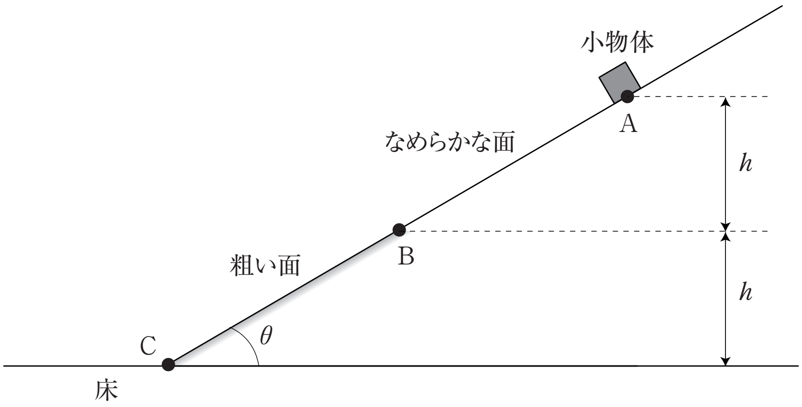
< Note >

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

図のように，水平面となす角度がθである斜面は，なめらかな面ABと動摩擦係数をμ'とする粗い面BCからなっている。床から高さ$2h$の斜面上の点Aに質量mの小物体をおいたところ，小物体はころがることなく斜面にそってすべり降りた。重力加速度の大きさをgとする。以下の各問について，対応する解答群の中からもっとも適する答を1つ選びなさい。



すべり始めた小物体がなめらかな面AB上を運動しているときを考える。

問１　小物体にはたらく垂直抗力の大きさはいくらか。［ア］

問２　斜面にそった方向の，小物体の加速度はいくらか。ただし斜面下向きを正とする。
［イ］

問３　点Bを通過する直前の，小物体の速さはいくらか。［ウ］

つぎに，小物体は点Bを通過して粗い面BC上をすべり降りているときを考える。

問４　小物体にはたらく摩擦力の大きさはいくらか。［エ］

問５　斜面にそった方向の，小物体の加速度はいくらか。斜面下向きを正とする。［オ］

［ア］，［エ］の解答群

① mg	② $mg\sin\theta$	③ $mg\cos\theta$	④ $mg\tan\theta$
⑤ $\mu' mg$	⑥ $\mu' mg\sin\theta$	⑦ $\mu' mg\cos\theta$	⑧ $\mu' mg\tan\theta$
⑨ 0			

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

イ , オ の解答群

① g　② $g\sin\theta$

③ $g\cos\theta$　④ $g\tan\theta$

⑤ $g(\sin\theta-\mu'\cos\theta)$　⑥ $g(\sin\theta+\mu'\cos\theta)$

⑦ $g(\cos\theta-\mu'\sin\theta)$　⑧ $g(\cos\theta+\mu'\sin\theta)$

⑨ $g(1-\mu'\tan\theta)$　⑩ $g(1+\mu'\tan\theta)$

ウ の解答群

① 0　② $2\sqrt{gh}$　③ $\sqrt{3gh}$　④ $\sqrt{2gh}$

⑤ $\sqrt{gh}$　⑥ $\sqrt{gh\cos\theta}$　⑦ $\sqrt{gh\sin\theta}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　仕事とエネルギー

1

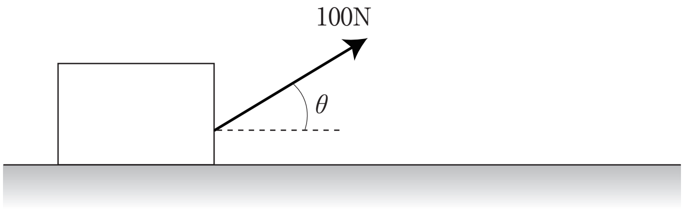
物体の運動に関する次の問いに答えよ。重力の加速度は 9.8m/s^2 とする。

(1)　機械を使って，質量 100kg の物体を 10 秒で高さ 8.0m まで持ち上げた。この機械が重力に逆らってした仕事の仕事率は何 W か。

a.　78.4W　　b.　784W　　c.　980W　　d.　7840W　　e.　9800W

(2)　水平な床の上で，物体を水平線から角度 θ だけ上の方向に 100N の力で引き，水平方向に 10m 移動させた。$\sin\theta=\dfrac{3}{5}$，$\cos\theta=\dfrac{4}{5}$ とすると，した仕事は何 J か。

a.　500J　　b.　600J　　c.　700J　　d.　800J　　e.　1000J



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

図のようななめらかな斜面ABがあり，床BCは十分長い水平面になっている。斜面と床はなめらかにつながっている。また，床は点Cより先は摩擦がある。水平面から高さhの点から質量mの物体Pを静かに放すと，物体Pは斜面に沿って動き出した。重力加速度の大きさをgとして以下の問に答えよ。

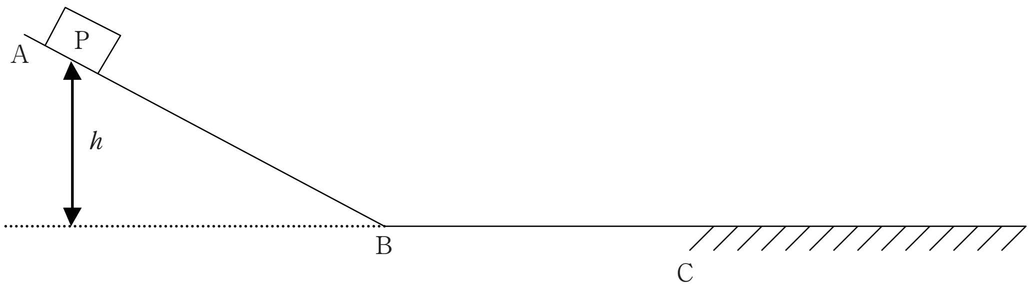
⑴　点Aから点Bに行く間に，垂直抗力と重力が物体Pにする仕事は各々いくらか。

⑵　点Bを通過直後の，物体Pの速さを求めよ。

⑶　点Cを通過したあと，物体にかかる床からの垂直抗力の大きさを求めよ。

⑷　点Cを通過したあと，物体Pは点Cからの距離がLの位置で止まった。床と物体の間の動摩擦係数を求めよ。

⑸　はじめの点Aの高さを半分にした場合，物体は点Cから測った距離がいくらの点で止まるか。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

図のような水平面があり，その右側は角度30°の斜面となめらかにつながっている。ばね定数kのばねの一端を壁に固定し，他端に質量mの板Ａを取り付ける。また，質量$2m$の物体Ｂを板Ａに押し当て，lだけ縮めて静かに放した。重力加速度の大きさをgとして以下の問いに答えよ。

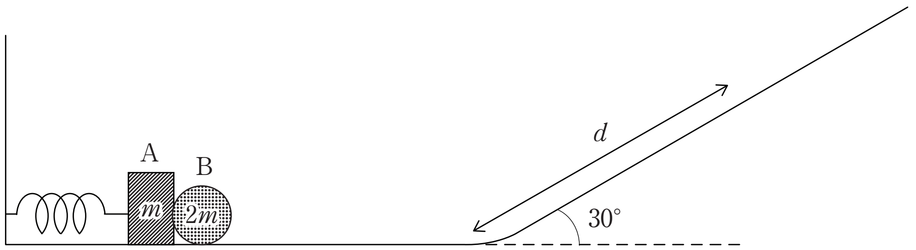
⑴　はじめ，lだけ縮めたときにばねが蓄えている弾性エネルギーはいくらか。

⑵　手を放した後，ばねの縮みが$\dfrac{l}{2}$となる点を通過しているときの，ＡとＢの速さはいくらか。

⑶　ＡとＢが離れる直前の，ＡとＢの速さはいくらか。

⑷　ＡとＢが離れたあと，物体Ｂは斜面を上っていき，やがて，斜面に沿った床からの距離dのところで一瞬止まり，引き返した。dはいくらか。

⑸　ＡとＢが離れたあと，ばねののびの最大値はいくらか。ただし，ＡとＢは衝突しないものとする。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

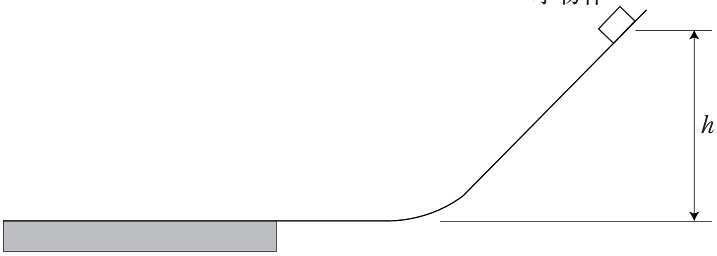
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　確認テスト

文中の□中に入れるべき正しい答えを指定の解答群の中から選びなさい。なお，重力加速度の大きさを g［m/s^2］とする。

図のように，静止していた質量 m［kg］の小物体が，水平面からの高さ h［m］の位置からなめらかな斜面をすべり始め水平面を移動する。水平面では，なめらかな面を移動した後，摩擦のある面を移動し，一定時間の後静止する。摩擦のある面と小物体の動摩擦係数は μ である。



(1)　水平面に達した直後の小物体の速さは　(ア)　［m/s］である。

(ア)の解答群

①　$\sqrt{\dfrac{gh}{2}}$　②　$\sqrt{gh}$　③　$\sqrt{2gh}$　④　$\sqrt{\dfrac{mgh}{2}}$

⑤　$\sqrt{mgh}$　⑥　$\sqrt{2mgh}$

(2)　小物体が摩擦のある面に入ってから静止するまでの時間は　(イ)　［s］である。

(イ)の解答群

①　$\sqrt{\dfrac{h}{\mu g}}$　②　$\sqrt{\dfrac{2h}{\mu g}}$　③　$\sqrt{\dfrac{h}{\mu^2 g}}$　④　$\sqrt{\dfrac{2h}{\mu^2 g}}$

⑤　$\sqrt{\dfrac{mh}{\mu^2 g}}$

(3)　小物体が静止するまでに摩擦のある面を移動した距離は　(ウ)　［m］である。

(ウ)の解答群

①　$\dfrac{h}{2\mu}$　②　$\dfrac{h}{\mu}$　③　$\dfrac{2h}{\mu}$　④　$\dfrac{h}{\sqrt{\mu}}$

⑤　$\dfrac{2h}{\sqrt{\mu}}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第6講　運動量と力積

1

質量 2.0 [kg] の質点に x 軸の向きに外力 F を作用させ，x 軸上で動かすことを考える。

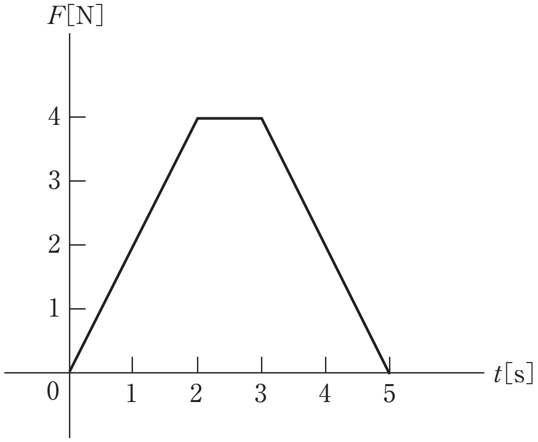
［A］　$F=3.0$ [N] (一定) のとき，

(1)　この力の $t=0$ [s] から $t=5$ [s] の力積はいくらか。

(2)　質点がはじめに静止していたとするときの，質点の最終速度はいくらか。

(3)　質点がはじめに速度 -2.0 [m/s] で運動していたときの質点の最終速度はいくらか。

［B］　力 F が次図に示すように時間的に変化する場合，



(1)　この力の $t=0$ [s] から $t=5$ [s] の力積はいくらか。

(2)　質点がはじめに静止していたとするときの，質点の最終速度はいくらか。

(3)　質点がはじめに速度 -2.0 [m/s] で運動していたときの質点の最終速度はいくらか。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

なめらかな水平面上で，質量 m の小球 A に初速度 v_0 を与え，静止している質量 M の小物体 B に衝突させる。衝突後，小球 A および小物体 B の速度はそれぞれ右向きを正として v，V となった。この衝突のはねかえり係数を e として，以下の問に答えよ。

(1)　衝突前と衝突後の小球 A および小物体 B に関する運動量保存則の式を立てよ。
(2)　この衝突の前後について，はねかえり係数に関する式を立てよ。
(3)　衝突後の A と B の速度を m，M，v_0 を用いて表せ。
(4)　衝突時に小物体 B が受けた力積の大きさを求めよ。
(5)　この衝突で失われた力学的エネルギーを求めよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

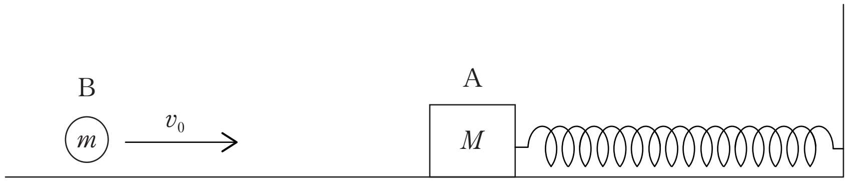
［A］

図のように，なめらかな床上に，質量 M の物体Ａを置き，ばね定数 k のばねをつなげ，ばねの他端を壁に固定する。質量 m の物体Ｂに初速度 v_0 を与えて物体Ａに衝突させたところ，その後ＡとＢは一体となって運動した。以下の問いに答えよ。

(1) ＡとＢが衝突した直後の速度を求めよ。ただし，衝突の際，ばねの影響は無視してよい。

(2) 衝突時，物体ＢがＡから受けた力積の大きさと向きを求めよ。

(3) その後，ＡとＢは一体となったままで，ばねを押し縮めていく。ばねは最大いくら縮むか。



［B］

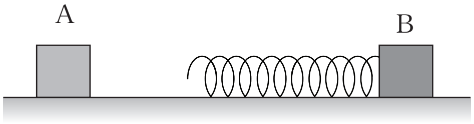
図のように，なめらかな床上に，質量 M の物体Ａと質量 m の物体Ｂがある。Ｂにはばね定数 k のばねが取り付けてある。はじめに，ＡとＢを両側から押さえてばねを l だけ押し縮めておき，押さえていた手を同時に静かに放すと２つの物体は運動した。ばねの質量は無視できるものとして，以下の問いに答えよ。

(1) はじめに，ばねに蓄えられた弾性エネルギーはいくらか。

(2) ばねが自然長に戻ったとき，ＡとＢの運動エネルギーの和はいくらか。

(3) ＡとＢが離れた直後のＡとＢ各々の速度を求めよ。ただし，図の右向きを速度の正の向きとする。

(4) 物体Ａが物体Ｂから受けた力積を求めよ。ただし，図の右向きを正とする。



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第6講　確認テスト

次の文章の［　　］の中に当てはまる適当な答えをそれぞれの解答群の中から一つ選び，その記号をマークしなさい。

質量 m［kg］の物体に力を作用させて直線上を運動させる。最初は静止していた物体に一定の力 F［N］を時刻0秒から t_1 秒まで作用させた。この間の加速度は［ア］［m/s^2］で，時刻 t_1 秒での物体の速度は［イ］［m/s］となる。物体が進んだ距離は［ウ］［m］，力 F［N］がした仕事は［エ］［J］である。また，時刻 t_1 秒での物体がもつ運動量は［オ］［kg･m/s］，運動エネルギーは［カ］［J］となる。

時刻 t_1 秒から t_2 秒までは物体に働く力をゼロにした。この間，物体は等速度運動をし，時刻 t_1 秒から t_2 秒の間に物体が進んだ距離は［キ］［m］となる。

時刻 t_2 秒からは運動と逆向きに一定の力を作用させて時刻 t_3 秒で物体を静止させた。このとき作用させた力の大きさは［ク］［N］で，加速度の大きさは［ケ］［m/s^2］となる。時刻 t_2 秒から t_3 秒の間に物体が進んだ距離は［コ］［m］である。

この運動の速度 v と時間 t の関係を表すグラフの概略は［サ］となり，加速度 a と時間 t の関係を表すグラフの概略は［シ］となる。

	①	②	③	④	⑤
ア	$\frac{F}{m}$	Fm	Ft_1	$\frac{F}{t_1}$	$\frac{m}{F}$
イ	$\frac{mt_1}{F}$	$\frac{Ft_1}{m}$	$\frac{Fm}{t_1}$	$\frac{F}{mt_1}$	Fmt_1
ウ	Fmt_1^2	$\frac{Ft_1^2}{m}$	$\frac{Ft_1^2}{2m}$	$\frac{Ft_1}{2m}$	$2F^2t_1$
エ	$\frac{F^2t_1^2}{2m}$	$F^2t_1^2$	$2Fmt_1$	$\frac{2F^2t_1^2}{m}$	$\frac{Ft_1}{2}$
オ	mt_1^2	Ft_1	Ft_1^2	$2Ft_1$	Fmt_1
カ	$\frac{F^2t_1^2}{2m}$	$2Fmt_1^2$	$\frac{F^2t_1^2}{m}$	$\frac{Ft_1}{2m}$	F^2mt_1
キ	$\frac{Ft_1t_2}{m}$	$\frac{Ft_1(t_2-t_1)}{m}$	$\frac{F(t_2-t_1)}{m}$	$\frac{mt_2}{Ft_1}$	$\frac{F(t_1-t_2)}{m}$
ク	F	$\frac{Ft_1}{t_3-t_2}$	$\frac{Ft_1}{t_3}$	$\frac{Ft_1t_2}{t_3}$	$\frac{F(t_2-t_1)}{t_3-t_1}$
ケ	$\frac{Fmt_1}{t_3}$	$\frac{F}{mt_3}$	$\frac{F(t_2-t_1)}{m(t_3-t_1)}$	Fm	$\frac{Ft_1}{m(t_3-t_2)}$

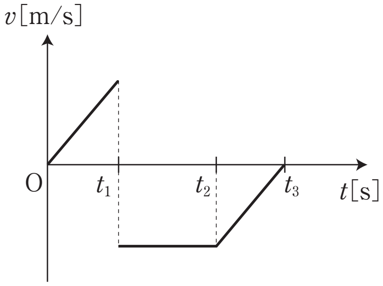
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

コ　① $Fmt_3^{\,2}$　② $F^2m(t_3-t_2)^2$　③ $\dfrac{Ft_2t_3}{2m}$　④ $\dfrac{Ft_1(t_3-t_2)}{2m}$

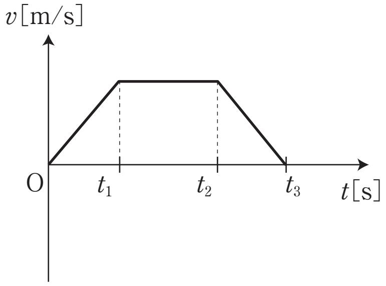
⑤ $\dfrac{F^2t_1(t_3-t_1)}{m}$

サ

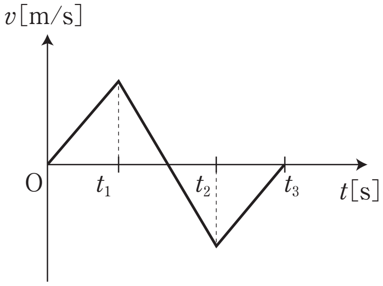
①



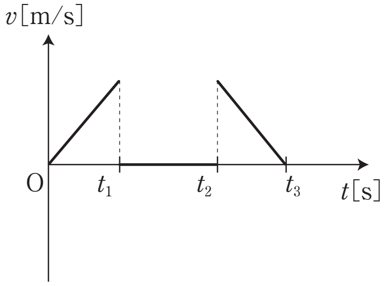
②



③

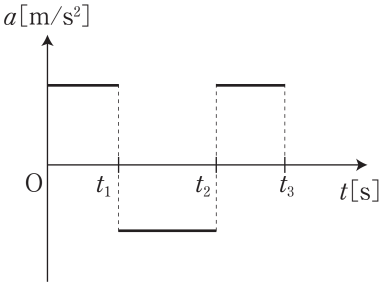


④

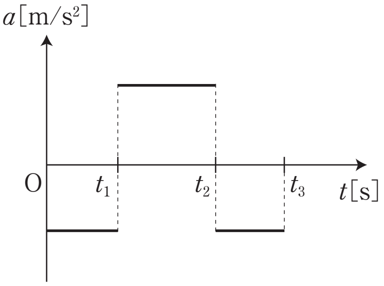


シ

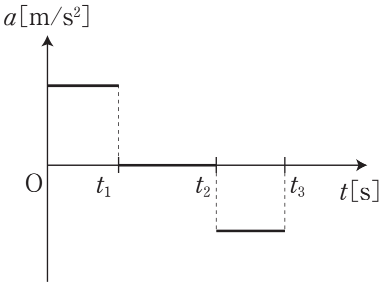
①



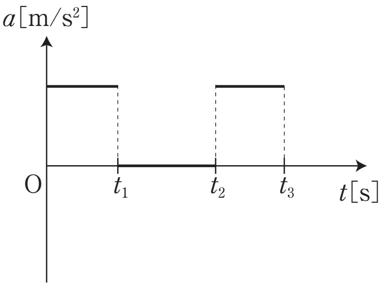
②



③



④



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　円運動

1　次の空欄に適するものを，解答群からそれぞれ選び，記号で答えよ。

半径 2 [m] の円周上を等速円運動する質量 0.1 [kg] の物体がある。物体の円運動の周期を 0.5 [s] とすると，円運動の角速度は［あ］[rad/s] となり，物体の速さは［い］[m/s] となる。物体の加速度は［う］方向を向いており，その大きさは［え］[m/s^2] である。従って，物体に働く力は［お］方向を向いており，その大きさは［か］[N] である。

［あ］の解答群

①　π　②　2π　③　3π　④　4π　⑤　5π

［い］の解答群

①　4π　②　8π　③　10π　④　12π　⑤　16π

［う］の解答群

①　円の接線　②　円の中心　③　円運動の平面に垂直

［え］の解答群

①　$8\pi^2$　②　$10\pi^2$　③　$16\pi^2$　④　$24\pi^2$　⑤　$32\pi^2$

［お］の解答群

①　円の接線　②　円の中心　③　円運動の平面に垂直

［か］の解答群

①　$3.2\pi^2$　②　$3.6\pi^2$　③　$3.8\pi^2$　④　$4.2\pi^2$　⑤　$4.8\pi^2$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

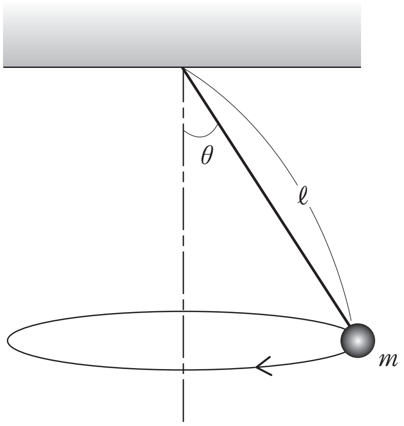
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

　図のように長さℓの糸の上端を天井に固定し，下端につけた質量 m の小球を水平面内で等速円運動させた。糸が鉛直方向と θ の角をなすとき，重力加速度の大きさを g として，次の問いに答えよ。



図

(1)　糸の張力を求めよ。

(2)　小球の角速度を求めよ。ただし小球の大きさは無視できるものとする。

(3)　小球の回転の周期を求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

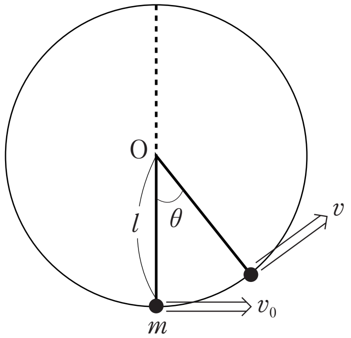
3

図のように，質量 m の小球を長さ l の軽い糸につるす。最下点において小球に v_0 の速さを与え，点Oのまわりを回転させた。重力加速度の大きさを g とする。

(1) 最下点から角度 θ 回転した位置での小球の速さ v を求めよ。

(2) 最下点から角度 θ 回転した位置での小球の張力を求めよ。ただし，v は用いないこと。

(3) 小球が回転運動を続けるために v_0 が満たすべき条件を求めよ。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

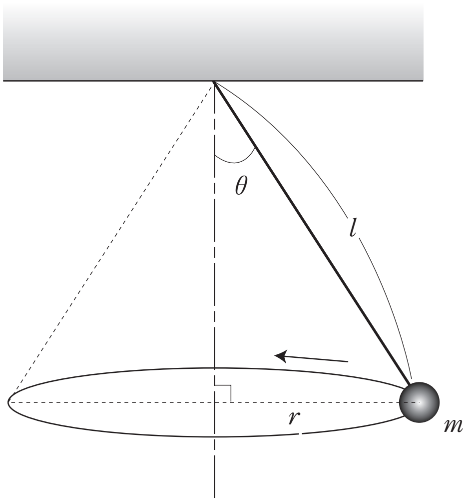
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

次の文を読み，下の各問いに対して最も適当な答えをそれぞれの解答群から一つ選びなさい。重力加速度の大きさは g ［m/s^2］とする。

図に示すように，長さ l［m］の伸び縮みのしないじょうぶな軽い糸の一端を天井に固定し，他端に質量 m ［kg］のおもりをつるし，このおもりを水平面内で半径 r ［m］の等速円運動をさせる。糸が鉛直線となす角 θ［rad］は一定として，以下の問いに答えよ。



問１　糸がおもりを引く力の大きさを m，θ と g を用いて表せ。［ア］

解答群

①　$mg\sin\theta$　②　$mg\cos\theta$　③　$mg\tan\theta$　④　$\dfrac{mg}{\sin\theta}$　⑤　$\dfrac{mg}{\cos\theta}$　⑥　$\dfrac{mg}{\tan\theta}$

問２　おもりの加速度はどの向きにはたらくか。［イ］

解答群

①　等速円運動の中心から遠ざかる向き

②　鉛直上向き

③　等速円運動の中心へ向かう向き

④　鉛直下向き

問３　おもりの回転の向心力の大きさを m，θ と g を用いて表せ。［ウ］

解答群

①　$mg\sin\theta$　②　$mg\cos\theta$　③　$mg\tan\theta$　④　$\dfrac{mg}{\sin\theta}$

⑤　$\dfrac{mg}{\cos\theta}$　⑥　$\dfrac{mg}{\tan\theta}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　おもりの回転の半径 r は何 m か。l と θ を用いて表せ。 エ

解答群

① $l\sin\theta$　② $l\cos\theta$　③ $l\tan\theta$　④ $\dfrac{l}{\sin\theta}$

⑤ $\dfrac{l}{\cos\theta}$　⑥ $\dfrac{l}{\tan\theta}$

問５　おもりの回転の角速度の大きさは何 rad/s か。r，θ と g を用いて表せ。 オ

解答群

① $\sqrt{\dfrac{r}{g\sin\theta}}$　② $\sqrt{\dfrac{r}{g\cos\theta}}$　③ $\sqrt{\dfrac{r}{g\tan\theta}}$　④ $\sqrt{\dfrac{g\sin\theta}{r}}$

⑤ $\sqrt{\dfrac{g\cos\theta}{r}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{g\tan\theta}{r}}$

問６　おもりの回転の周期は何秒か。r，θ と g を用いて表せ。 カ

解答群

① $2\pi\sqrt{\dfrac{r}{g\sin\theta}}$　② $2\pi\sqrt{\dfrac{r}{g\cos\theta}}$　③ $2\pi\sqrt{\dfrac{r}{g\tan\theta}}$　④ $2\pi\sqrt{\dfrac{g\sin\theta}{r}}$

⑤ $2\pi\sqrt{\dfrac{g\cos\theta}{r}}$　⑥ $2\pi\sqrt{\dfrac{g\tan\theta}{r}}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

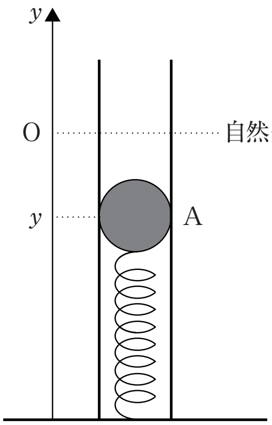
第8講　単振動と万有引力

1

内壁のなめらかで鉛直な筒の中に，下端を固定したばね（ばね定数 k）を立て，上端に物体A（質量 m）を取りつけ，上下に振動させる。ばねが自然長のときのAの高さを原点として鉛直上向きに y 軸をとり，物体Aの位置を y で表す。Aは質点とみなせる。重力加速度の大きさを g とする。はじめ物体Aはある位置で静止していた。

$t=0$ で，物体Aを静止していた点からさらに d ($d>0$) だけ押し下げて静かに放した。

(1)　加速度を鉛直上向きに a として，物体Aがある位置 y を通過した瞬間の運動方程式を書け。
(2)　振幅を求めよ。
(3)　振動中心の座標を求めよ。
(4)　周期を求めよ。
(5)　振動の速さの最大値を求めよ。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

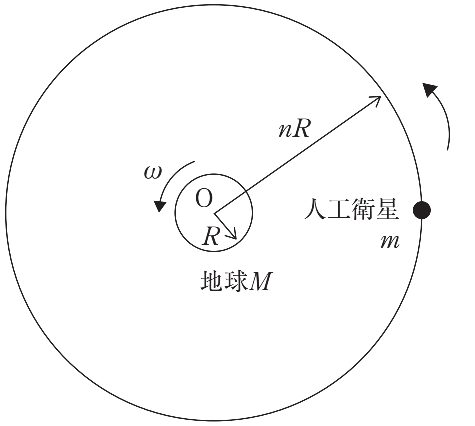
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

図のように，地球の中心Oを中心として，地球の半径 R の n 倍の半径で等速円運動をしている人工衛星がある。この質量 m の人工衛星は，地球の赤道面内を地球の自転と同じ向きにまわっている。地球の質量を M，地球の自転の角速度を ω，地球表面での重力加速度を g として，以下の問いに答えよ。ただし，地球は球とし，その質量は中心に集中していると考えて良い。また，重力には万有引力の寄与のみを考えるものとする。

(1)　人工衛星の高さでの重力加速度の大きさを求めよ。
(2)　人工衛星の速さを求めよ。
(3)　人工衛星の円運動の周期を求めよ。
(4)　人工衛星の力学的エネルギーを求めよ。ただし，地球から無限遠方のところを位置エネルギーの基準点とする。
(5)　地球から見て，人工衛星が静止して見えるための n を求めよ。
(6)　人工衛星が無限遠方に行くには，この軌道上での速さをいくら以上にすればよいか。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

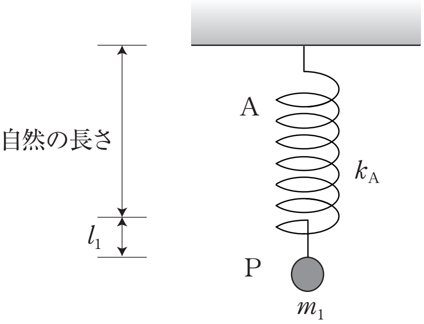
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　確認テスト

［A］ 次の文を読み，下の各問いに対する最も適当な答え選びなさい。ただし，ばねの質量と空気抵抗は無視でき，重力加速度の大きさは g［m/s^2］とする。

図に示すように，ばね定数が k_A［N/m］のばね A の上端を天井に固定し，下端に質量 m_1［kg］のおもりをつり下げたところ，ばねは自然の長さから l_1［m］だけ伸びて点 P で静止した。次に，おもりをばね A の自然の長さの位置まで持ち上げ静かにはなしたところ，おもりは鉛直線上で往復運動（単振動）をはじめた。以下の問いに答えよ。



問１　おもりの質量 m_1 を，g，l_1 と k_A を用いて表せ。［ア］

①　$\dfrac{l_1}{g}$　　②　$\dfrac{g}{l_1}$　　③　$\dfrac{k_A l_1}{g}$　　④　$\dfrac{g}{k_A l_1}$　　⑤　$k_A l_1$

問２　おもりが点 P を通過するときの速さは何 m/s か。g と l_1 を用いて表せ。［イ］

解答群

①　$\dfrac{\sqrt{gl_1}}{2}$　　②　$\dfrac{\pi\sqrt{gl_1}}{2}$　　③　$\sqrt{gl_1}$　　④　$\sqrt{\dfrac{gl_1}{2}}$

⑤　$\sqrt{2gl_1}$

問３　ばねは自然の長さから最大何 m 伸びるか。l_1 を用いて表せ。［ウ］

解答群

①　$\dfrac{l_1}{2}$　　②　l_1　　③　$\dfrac{3l_1}{2}$　　④　$2l_1$

⑤　$4l_1$

問４　問３において，おもりの速さは何 m/s か。［エ］

解答群

①　0　　②　1　　③　2　　④　4.9

⑤　9.8

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

［B］

次の問題の□の中に入れるべき正しい答を解答群の中から選びなさい。（同じ番号を何回用いてもよい。）

(1) 地球を半径が R の球とみなし，その質量を M，万有引力定数を G とする。地球の自転の効果を無視すれば，地表における重力加速度 g は R，G，M を用いて (ア) で表される。また地表面から高さ h での重力加速度は g の大きさの (イ) 倍である。

(2) いま，地表すれすれに円軌道を描いてまわる質量 m の人工衛星を考えるとき，その速さ v_0 は R，G，M をなどを用いて (ウ) と表される。これを第一宇宙速度という。万有引力の位置エネルギーの基準点を無限遠点にとるとき，この人工衛星がもつ力学的エネルギー E は運動エネルギーと位置エネルギーの和であるので，E は R，G，M，m をなどを用いて (エ) と表される。

一方，地表から h の高さの円軌道をまわる人工衛星の速さを v とすると，それは v_0 の (オ) 倍で，このとき周期は (カ) となる。

解答群

01 $\dfrac{GM}{R^2}$　02 $\dfrac{2GM}{R^2}$　03 $\dfrac{GM}{R}$

04 $\dfrac{2GM}{R}$　05 $\left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2$　06 $\left(\dfrac{R+h}{R}\right)^2$

07 $\sqrt{\dfrac{R}{GM}}$　08 $\sqrt{\dfrac{GM}{R}}$　09 $\sqrt{\dfrac{2GM}{R}}$

10 $2\sqrt{\dfrac{GM}{R}}$　11 $2\pi\sqrt{\dfrac{GM}{R}}$　12 $\dfrac{R}{GM}$

13 $-\dfrac{R}{GM}$　14 $G\dfrac{Mm}{R}$　15 $-G\dfrac{Mm}{R}$

16 $G\dfrac{Mm}{2R}$　17 $-G\dfrac{Mm}{2R}$　18 $\sqrt{\dfrac{R+h}{R}}$

19 $\sqrt{\dfrac{R}{R+h}}$　20 $\sqrt{\dfrac{(R+h)}{GM}}$　21 $2\pi\sqrt{\dfrac{(R+h)}{GM}}$

22 $\sqrt{\dfrac{(R+h)^3}{GM}}$　23 $2\pi\sqrt{\dfrac{(R+h)^3}{GM}}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　波の基礎

1

図１に示されている波を考える。この図はある媒質の時刻 $t=0$ s での変位を表したものである。x 軸上にある媒質は y 軸方向に振動することができるようになっており，波は x 軸の正の向きに進んでいる。波は振幅が 12cm の正弦曲線であり，波の振動数は 10Hz とする。以下の問に答えなさい。解答では［　　］の中に適切な数値を記入しなさい。ただし［(エ)］は図示しなさい。

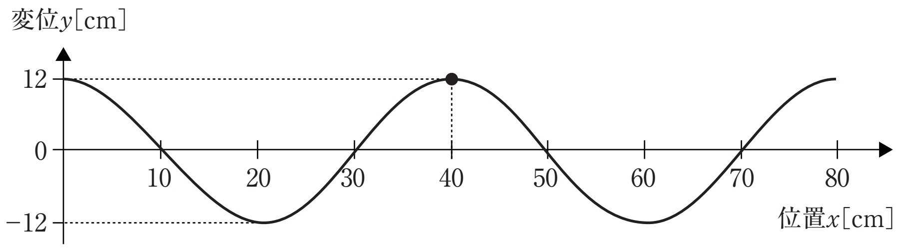
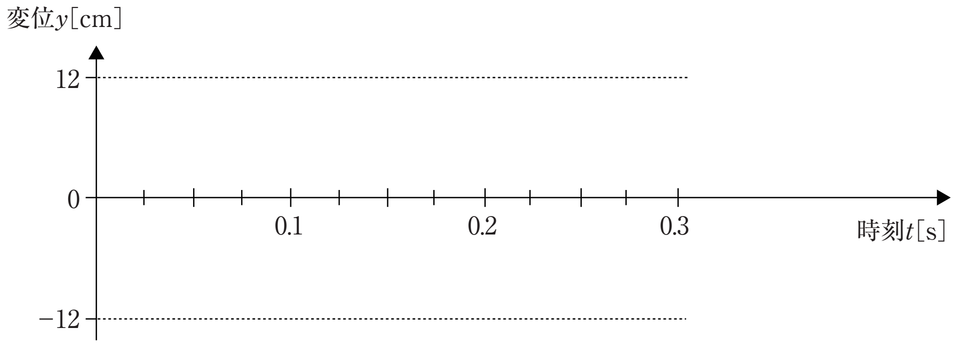


図1

(1)　波の周期は［(ア)］s，波長は［(イ)］cm，速さは［(ウ)］cm/s である。

(2)　$x=30$cm の位置にある媒質の $t=0$ ～ 0.3s の範囲での変位を［(エ)］に図示しなさい。



(エ)の解答欄

(3)　図１の状態から，時間が 0.55s 経過した後の波形において，$x=200$cm の変位は［(オ)］cm である。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

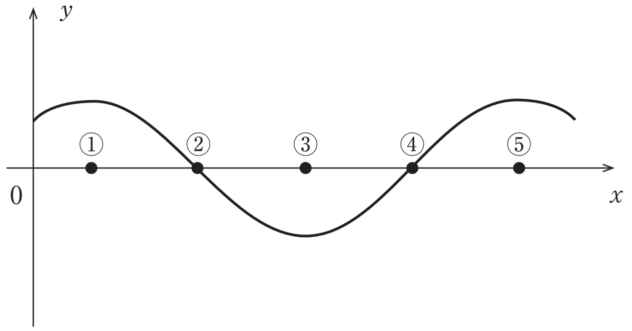
< Note >

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

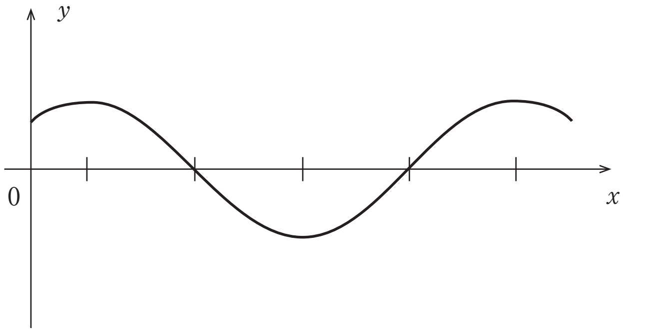
図は媒質中を左から右へ進んでいる縦波の，時刻 $t=0$ のときの，位置 x [m] における媒質の変位 y [m] の一部を表している。変位は波の進行方向を正の方向とした正弦曲線で表される。周期を T [s] として，以下の問題に答えよ。



図

(1)　$t=0$ のとき，媒質の密度が最も密の位置，および最も疎の位置はどこか。図2の番号(①～⑤)で答えよ。

(2)　時刻 $t=\dfrac{T}{4}$ における波形を解答欄に太線で書き込め。



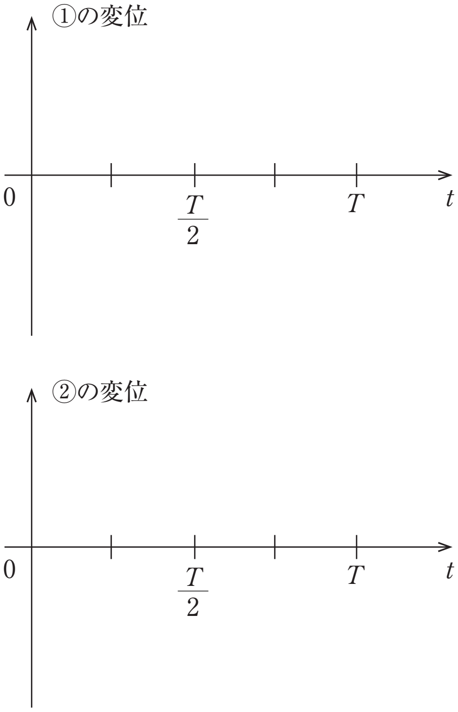
(2)の解答欄

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3)　図の位置①と②の媒質の変位の時間変化を，$t=0$ から $t=T$ まで，解答欄に描け。



(3)の解答欄

(4)　時刻 $t=0$ において，媒質の

(a)　速度が 0

(b)　x 軸の正の向きの速さが最大

(c)　x 軸の負の向きの速さが最大

になる位置はそれぞれどこか，図の番号 (①～⑤) で答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

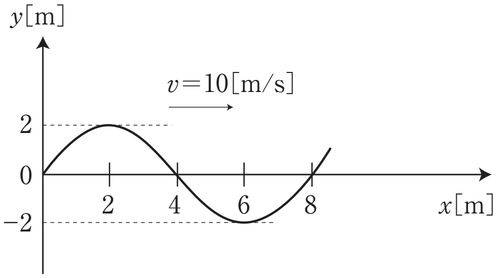
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

図は速さ 10m/s で x 軸の正の向きに進む正弦波の，時刻 t が０秒における位置 x［m］と変位 y[m]の関係を表している。以下の設問に最も適する答えをそれぞれの解答群から選べ。



問１　この正弦波の振幅はいくらか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。［ア］

①　4［m］　②　2［m］　③　1［m］　④　−2［m］　⑤　−4［m］

問２　この正弦波の波長はいくらか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。［イ］

①　10［m］　②　2［m］　③　4［m］　④　6［m］　⑤　8［m］

問３　この正弦波の周期はいくらか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。［ウ］

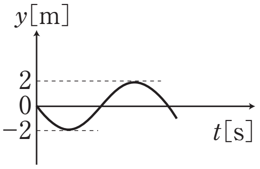
①　1.25［s］　②　0.4［s］　③　0.8［s］　④　2.5［s］　⑤　8［s］

問４　この正弦波の振動数はいくらか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。［エ］

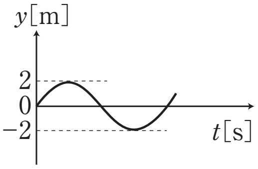
①　2.5［Hz］　②　0.4［Hz］　③　0.8［Hz］　④　1.25［Hz］　⑤　8［Hz］

問５　位置 x=0［m］の変位 y［m］と時刻 t［s］の関係を表すグラフを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［オ］

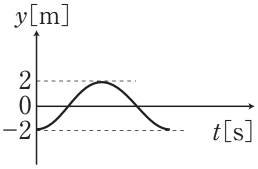
①



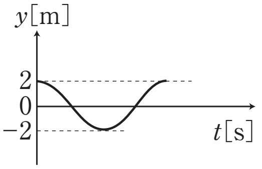
②



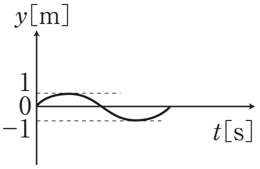
③



④



⑤



問６　x=2［m］で時刻 t=10［s］のときの変位はいくらか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

①　−1［m］　②　1［m］　③　0［m］　④　−2［m］　⑤　2［m］

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　反射と定常波

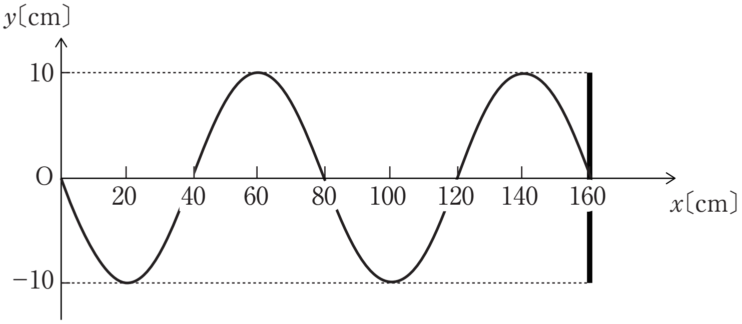
1

正弦波について，以下の問に答えよ。

図の実線は x の正の向きに進む正弦波の波形を表す，時刻 $t=0$ における位置 x〔cm〕での変位 y〔cm〕のグラフである。この正弦波の伝わる速さは10cm/sとする。この正弦波は $x=160$cmの位置で固定端反射をする。図のグラフでは，x の正の向きに進む入射波のみが描かれている。実際にはたがいに逆向きに進む入射波と反射波が重なり合って定常波ができた。

グラフから，この入射波の振幅は［(ア)］cm，波長は［(イ)］cmである。正弦波は1周期の間に1波長進むから，周期は［(ウ)］s，したがって，振動数は［(エ)］Hzである。

定常波のとなり合う節と節の間隔は［(オ)］cmで，原点Oに最も近い定常波の腹の位置 x は $x=$［(カ)］cmになる。定常波の腹の位置での振幅は［(キ)］cmである。

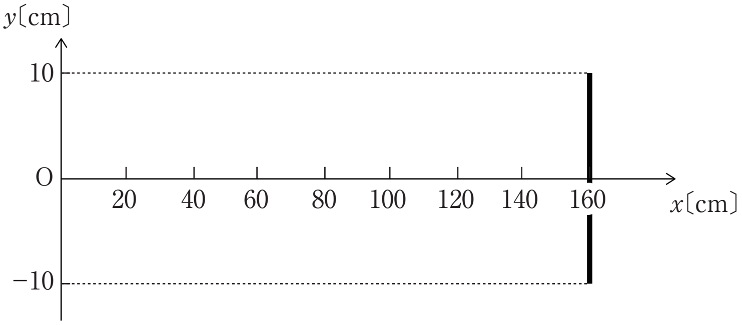


(1)　文章の空欄に入る適当な数値または式を記入せよ。

(2)　図の時刻から $\frac{1}{4}$ 周期経った後の，入射波の様子を細い実線で，反射波の様子を点線で，合成波の様子を太い実線で，それぞれ $0 \leqq x \leqq 160$ の範囲で解答欄に描け。ただし，反射波はすでに $x=0$ に達しているとする。

(3)　定常波の節となる位置を $0 \leqq x \leqq 160$ の範囲で全て答えよ。

(2)の解答欄



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

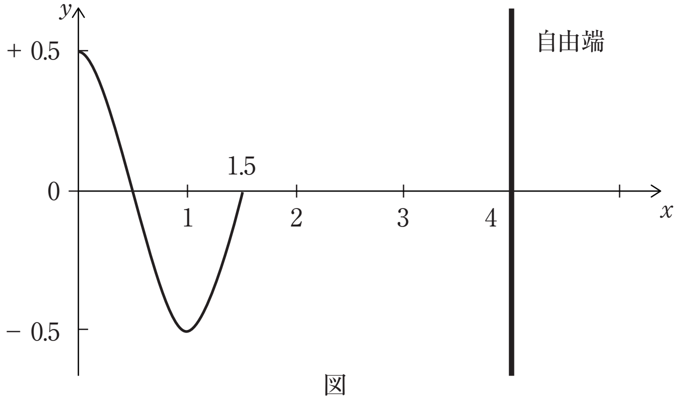
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

次の文を読み，以下の問いに答えよ。

位置 $x=0$ [m] に波源があり，$t=0$ [s] の時刻から x の正の方向に正弦波を送り出している。その変位を y とするとき，$t=3$ [s] での波は図のようであった。$x=4$ [m] の位置で，波は自由端反射をする。

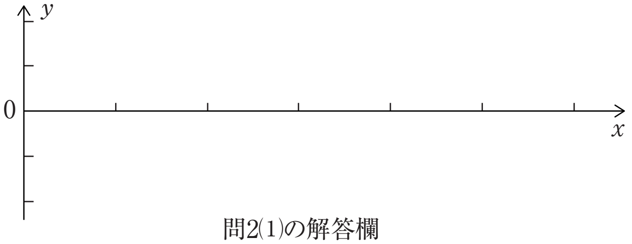


図

問１　この波の周期 T [s] と速さ v [m/s] を求めよ。

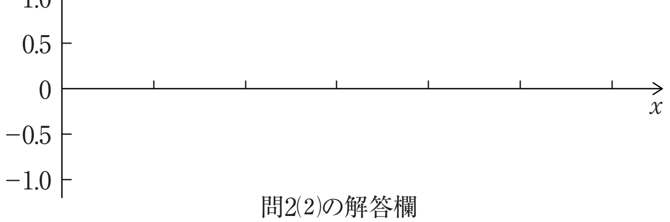
問２　時刻 $t=14$ [s] での波のようすについて，次の(1)，(2)に答えよ。

(1)　入射波を実線で，また反射波を点線でグラフに描け。重なる場合には，少し上下にずらして描くこと。x 軸，y 軸の目盛りの位置に相当する数値または記号も記入すること。



問2(1)の解答欄

(2)　合成波を実線でグラフに描け。x 軸，y 軸の目盛りの位置に相当する数値または記号も記入すること。



問2(2)の解答欄

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

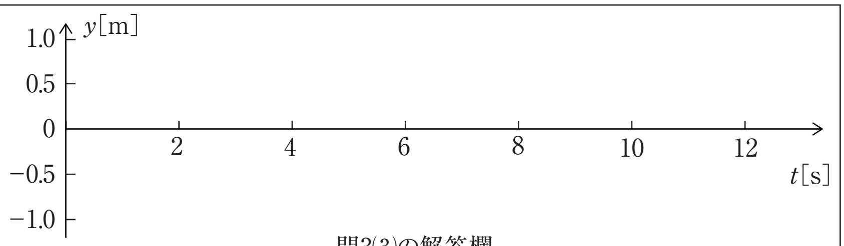
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　$x=3.5$ [m] の位置において，次の(1)〜(3)に答えよ。

(1)　波が最初に到達する時刻 t_1 [s] を求めよ。

(2)　反射波の先端が到達する時刻 t_2 [s] を求めよ。

(3)　$x=3.5$ [m] の位置の波の変位 y を時刻 t の関数としてグラフに描け。ただし，$0 \leqq t \leqq 12$ の範囲とする。t 軸および y 軸の目盛りの位置に相当する数値または記号を記入し，変位 $y=0$ となる時刻を明記すること。



問3(3)の解答欄

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

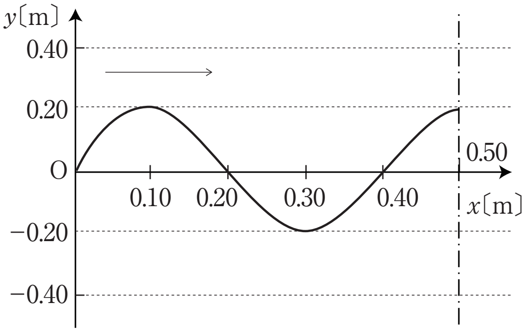
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 10 講　確認テスト

以下の[ア]から[ク]にあてはまる最も適切な答えを各解答群から１つ選べ。ただし，同じ答えをくり返し用いてもよい。

x 軸上を右向き（正の向き）に進む正弦波（入射波）があり，やがて $x=0.50$［m］の位置にある固定端で反射して左向きに進む波（反射波）も生じた。図はこの入射波と反射波が媒質に十分広がったときの，ある時刻の入射波だけを描いたものであり，y 軸は，媒質の各点の変位を表す。以下の問いに答えよ。



(1)　入射波の振幅は[ア] m で，波長は[イ] m である。今，この入射波が右向きに 0.20m 進むのに 0.25 秒かかった。このとき，入射波の速さは[ウ] m/s であり，振動数は[エ] Hz である。

入射波が図の状態にあるときの時刻を $t=0$［s］として，$x=0.10$［m］における入射波に対する媒質の変位の時間変化を，最も適切に表している図は[オ]である。ただし，入射波の周期を T［s］とする。

(2)　入射波が図の状態にあるときの，固定端による反射波として最も適切な波形は[カ]であり，また観測される合成波の波形は[キ]である。

$0 < x < 0.50$［m］の間で，入射波と反射波によって生じる定常波の節のうち，原点に一番近い節は，$x=$[ク]［m］である。

[ア]，[イ]，[ウ]，の解答群

① 0.050	② 0.10	③ 0.15	④ 0.20
⑤ 0.25	⑥ 0.30	⑦ 0.35	⑧ 0.40
⑨ 0.45	⓪ 0.50	ⓐ 0.55	ⓑ 0.60
ⓒ 0.65	ⓓ 0.70	ⓔ 0.75	ⓕ 0.80
ⓖ 0.85	ⓗ 0.90	ⓘ 0.95	ⓙ 1.0

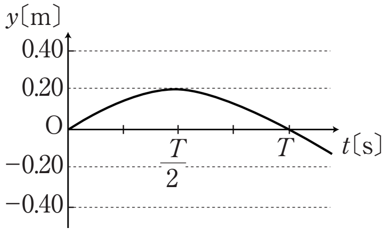
©RECRUIT HOLDINGS

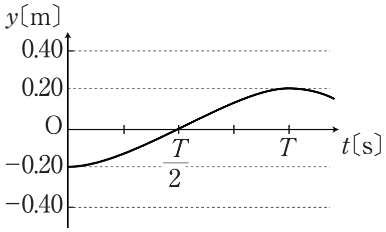
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

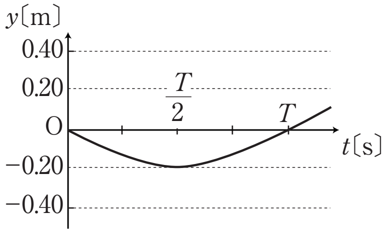
エ の解答群

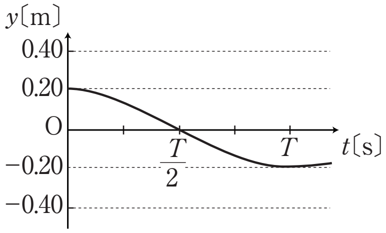
① 0.10	② 0.20	③ 0.30	④ 0.40
⑤ 0.50	⑥ 0.60	⑦ 0.70	⑧ 0.80
⑨ 0.90	⓪ 1.0	ⓐ 1.1	ⓑ 1.2
ⓒ 1.3	ⓓ 1.4	ⓔ 1.5	ⓕ 1.6
ⓖ 1.7	ⓗ 1.8	ⓘ 1.9	ⓙ 2.0

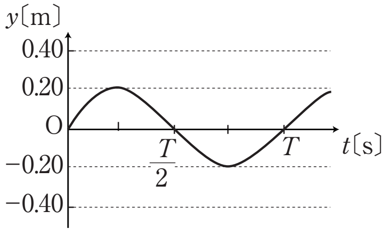
オ の解答群

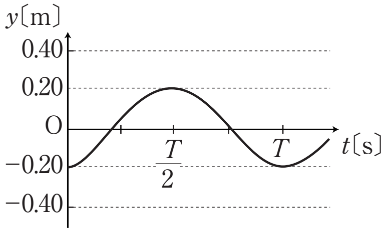
①


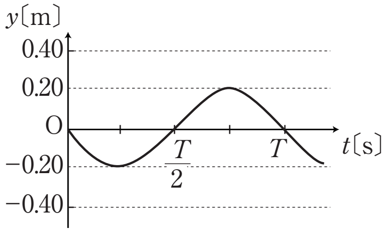
②


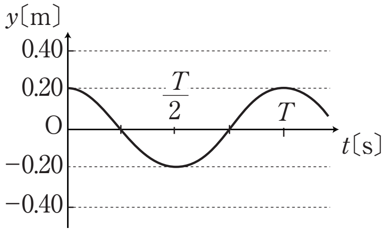
③


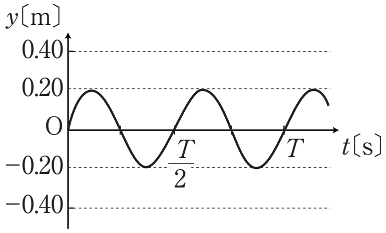
④


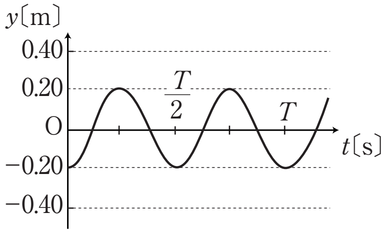
⑤


⑥


⑦


⑧


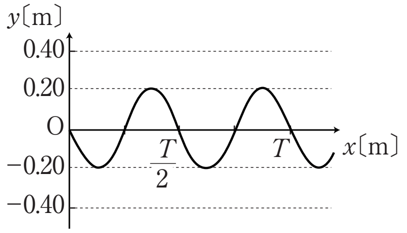
⑨


⓪


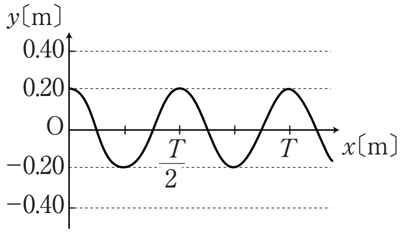
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⓐ

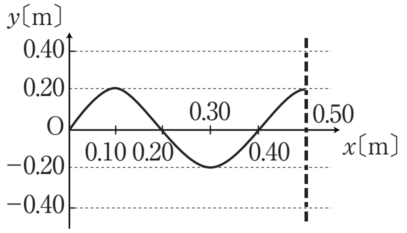


ⓑ

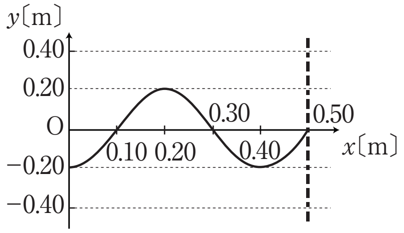


[カ], [キ] の解答群

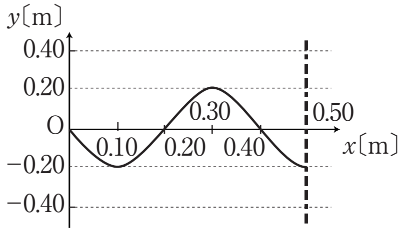
①



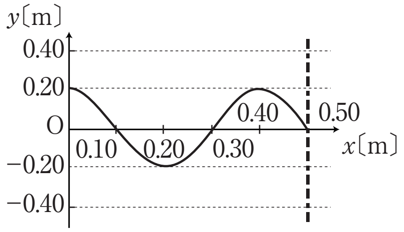
②



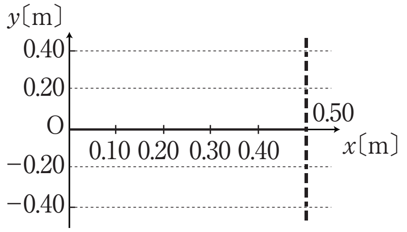
③



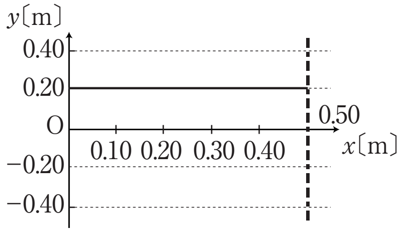
④



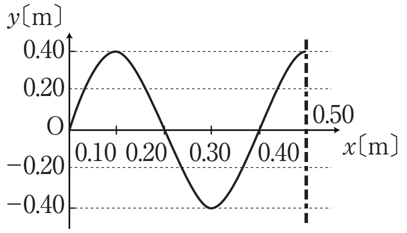
⑤



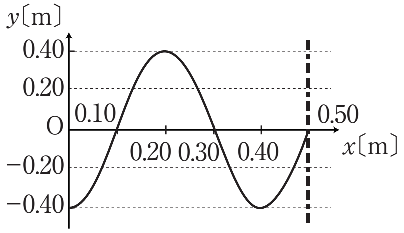
⑥



⑦

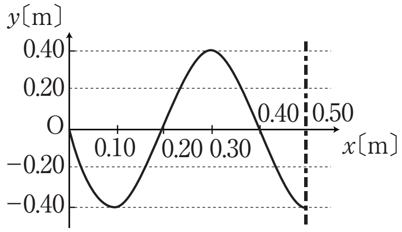


⑧

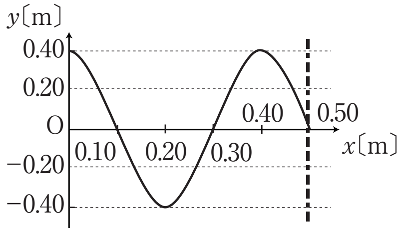


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑨



⓪



［ク］の解答群

① 0.050　② 0.10　③ 0.15　④ 0.20

⑤ 0.25　⑥ 0.30　⑦ 0.35　⑧ 0.40

⑨ 0.45

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　音波と弦の振動

1

次の文章中の空欄①は語句で埋め，②，③，⑤は数式で埋め，④は(ア)～(ウ)のうちから正しいものを一つ選び，⑥は数値で埋めなさい。

図のように，一様な弦の一端Aを，振動数が調節できる振動子に固定し，他端は滑車を通しておもりにつないである。また，コマBは振動子と滑車の間を移動して，任意の一点で弦を固定することができる。

はじめに，AB間の弦の長さをL［m］として，振動子を作動させ，この弦を振動数f［Hz］で振動させたところ，AB間に腹が2個ある定常波ができた。このような定常波による振動を弦の（　①　）という。なお，弦を伝わる波の波長λ［m］は，Lを用いて表すと，

λ=（　②　）［m］

となる。また，弦を伝わる波の速さV［m/s］は，f，Lを用いて

V=（　③　）［m/s］

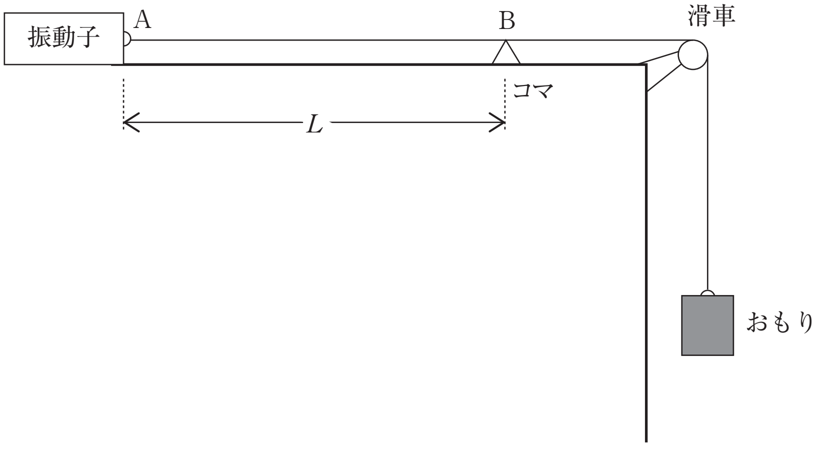
と表される。

その後，コマBを振動子に向かってゆっくり移動させ，AB間の長さがL'［m］になったときに，基本振動が観測された。このとき，弦を伝わる波の速さVは（④　(ア)小さくなる，(イ)変わらない，(ウ)大きくなる）ことから，L'はLを用いて

L'=（　⑤　）［m］

と表される。

次に，弦の振動数を徐々に増加させたところ，再び，腹が2個の定常波ができた。このときの弦の振動数f'は，はじめの振動数fの（　⑥　）倍である。



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

次の文を読み以下の問いに答えよ。

まず音について考える。音とは，空気などの媒質において密度が疎と密の部分が交互に繰り返されて伝わる［(ア)］であり，一般に人間に聞こえるものをいう。人間の可聴域は約［(イ)］Hzから約［(ウ)］Hzといわれている。また音には3つの要素があるといわれており，それらは音の強さ，音の高さ，音色である。音の強さとは，音のエネルギーであり波の［(エ)］や［(オ)］などによって決まる。音の高さとは，音の高低（低音や高音）であり波の［(オ)］によって決まる。音色とは，楽器などの固有の音の特徴であり波の［(カ)］によって決まる。

次に楽器の音階（いわゆるド，レ，ミ…）について考える。音階と周波数との関係について調べたところ表1のようになった。ある音階の周波数に対してひとつ高い音階の周波数の比を計算してみると（　A　）倍と（　B　）倍の2種類があった。一般に隣り合う音階の周波数の関係が（　A　）倍になるものを全音，（　B　）倍になるものを半音という。また同じ音階では，1オクターブ高い音は周波数が2倍になることから倍音という。

表1

音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
周波数［Hz］	261.6	293.7	329.6	349.2	392.0	440.0	493.9	523.3

最後に一般的な楽器のひとつであるギターについて考える。ギターは6本の弦からなる楽器で，構成部品や名称などを図に示す。弦を弾いた時，その位置を［(キ)］とする波が生じて弦の両端に向かって進む。波は両端で反射し，これがくり返されて波同士が［(ク)］することにより両端を節とする［(ケ)］ができる。弦を指で押さえない時（開放弦）の音は，ブリッジとナットを両端とする固有振動となる。この時，両端間の距離をLとすると，［(ケ)］の基本振動の波長は［(コ)］となる。各弦の開放弦における周波数を調べたところ表2のようになった。

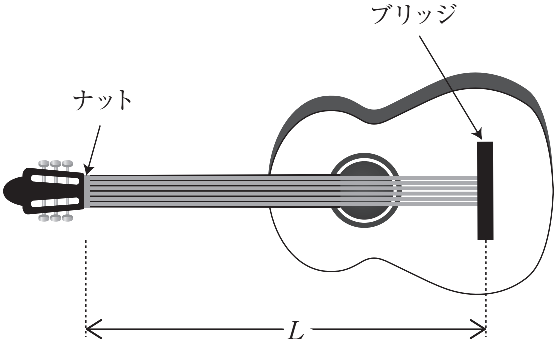


表2

	第1弦	第2弦	第3弦	第4弦	第5弦	第6弦
周波数［Hz］	329.6	246.9	196.0	146.8	110.0	82.41

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(1)　空欄(ア)〜(コ)に入るもっとも適切なものを以下の①〜㉔の中から選び番号で答えよ。　ただし，解答の重複はないものとする。

①　2	②　20	③　2000	④　20000
⑤　200000	⑥　$\dfrac{L}{2}$	⑦　L	⑧　$2L$
⑨　$4L$	⑩　横波	⑪　定常波	⑫　疎密波
⑬　物質波	⑭　衝撃波	⑮　振幅	⑯　周波数
⑰　位相	⑱　波形	⑲　方形波	⑳　屈折
㉑　干渉	㉒　回折	㉓　波源	㉔　節

(2)　空欄(　A　)と(　B　)に入る値を有効数字3桁で求めよ。また，以下の音階の組合せから(　B　)倍となるものの番号をすべて答えよ。

①　ドとレ	②　レとミ	③　ミとファ	④　ファとソ
⑤　ソとラ	⑥　ラとシ	⑦　シとド	

(3)　$L=65.0$cm の時，第5弦における波の伝わる速さを有効数字3桁で求めよ。

(4)　各弦の基本振動の波長が同じであるにもかかわらず，なぜ異なる周波数になるのか説明せよ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　確認テスト

以下の問に答えよ。

長さが0.220［m］の弦Sを振動させた時の基本振動数が920［Hz］となる弦楽器がある。

問1　この基本振動数で振動する弦の波の波長は何mか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから**1つ**選べ。

①　0.0550　②　0.110　③　0.220　④　0.330　⑤　0.440

問2　この弦Sを伝わる波の速さは何m/sか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから**1つ**選べ。

①　50.6　②　101　③　202　④　405　⑤　506

問3　弦Sから出る音波の波長は何mか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから**1つ**選べ。ただし音波の速度を343［m/s］とする。

①　0.186　②　0.220　③　0.373　④　0.746　⑤　2.68

問4　周波数11.5×10^2［Hz］の音を出すためには，弦Sのどこを指で押せばよいか。最も適切なものを，次のA～Eのうちから**1つ**選べ。ただし，弦Sを伝わる波の速さは問2と同じである。

①　弦の長さが0.0880［m］になる点を押す。

②　弦の長さが0.110［m］になる点を押す。

③　弦の長さが0.138［m］になる点を押す。

④　弦の長さが0.176［m］になる点を押す。

⑤　弦の長さが0.210［m］になる点を押す。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

©RECRUIT HOLDINGS

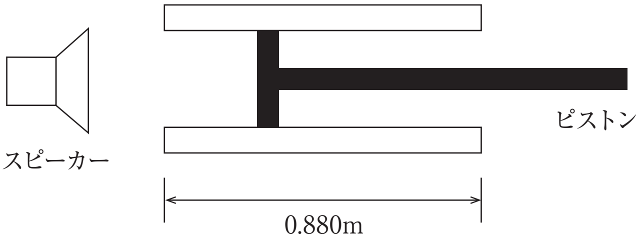
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　気柱の振動

1

次の文を読み，各問に答えなさい。

図のように，長い棒の付いたピストンをはめ込んだ0.880mのガラス管がある。このガラス管口の前に，振動数550Hzの音を出すスピーカーを置いた。この後，ピストンを管口から徐々に動かしたところ，はじめに管口から0.150mの位置で，次に0.450mの位置で管内の気柱が共鳴した。開口端の腹の管口からのずれは無視できるものとする。



(1)　スピーカーが出す音の波長はいくらか。

(2)　スピーカーが出す音の速さはいくらか。

(3)　次の文の空欄［ア］～［エ］にあてはまる語を次の語群から選べ。また，空欄［オ］の値はいくらか。

語群
疎密，疎密の変化，動けない，自由に振動する，腹，節，固定端反射，自由端反射

(1)(2)のとき，ピストン付近(管底)では，空気が［ア］ので［イ］が起こり，定常波の［ウ］となる。そこでは空気の［エ］が最も大きい。
2回目の共鳴時，空気の［エ］が最も大きい位置のうち，管口に最も近いのは，管口から［オ］mの位置である。

(4)　次にピストンを抜き取り，ガラス管を開管とした。その後，スピーカーの振動数を0から次第に大きくしていったところ，共鳴音が聞こえた。この最初に聞こえた共鳴音の波長はいくらか。

(5)　(4)の最初の共鳴を1回目としたとき，さらに振動数を上げて4回目に共鳴するときの振動数はいくらか。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

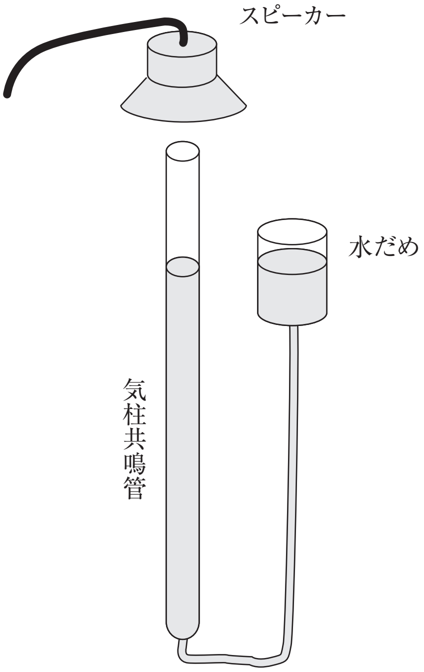
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

次の文を読み，問に答えなさい。

下図に示すような気柱共鳴管と水だめからなる装置がある。気柱共鳴管は，水だめを上下させることでガラス管内の水面の位置を変えることができる。この管口付近でスピーカーから振動数 550Hz の音をならしながら気柱共鳴管の水位を下げていくと，管口から水面までの距離 (L_1) が 14.5cm のときにはじめて共鳴し，次に距離 (L_2) が 45.5cm のときに再び共鳴した。



図

(1)　2 回目の共鳴が起きたときの気柱内の定常波の変位を図に示しなさい。

(2)　この気柱内の定常波の波長はいくらか。

(3)　この定常波の腹の位置は管口から少し外側にずれる。管口からどれくらいずれるか。

(4)　3 回目の共鳴が起こるときの管口から水面までの距離 L_3 はいくらか。

(5)　このときの音速はいくらか。

(6)　次にスピーカーの振動数を変えて同じ実験を行ったところ，L_1 と L_2 の差が 34.0cm となった。このときの音の振動数 f [Hz] を求めなさい。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

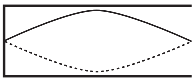
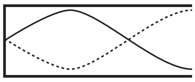
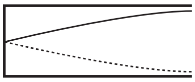
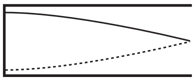
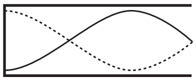
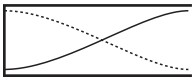
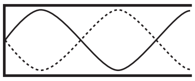
第12講　確認テスト

次の[ア]～[ク]に答えなさい。ただし，解答の最後の桁は四捨五入によって求め，<解答群>のあるものは最も適切な番号を選びなさい。

管の中の空気（気柱）が振動して定常波が生じるとき，一定の高さの音が発生する。管の中での音の速さを340［m/s］として，次の問いに答えなさい。ただし，開口端の腹の管口からのずれは無視できるものとする。

(1)　一端が閉じていて，他端が開いている管を閉管という。図[ア]は基本振動の定常波を表し，図[イ]は3倍振動の定常波を表している。

<[ア]，[イ]の解答群>

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦


(2)　基本振動の音波の波長をλ［m］，閉管の長さをL［m］とすると，$\lambda=$[ウ]Lで表される。基本振動の音の高さが680［Hz］となるようにするには，閉管の長さを[エ]にすればよい。また，同じ高さの音を3倍振動で発生させるためには，$\lambda=$[オ]Lという関係から，閉管の長さを[カ]にすればよいことが分かる。

(3)　両端が開かれた管を開管といい，管の長さをL'［m］，基本振動の定常波の波長をλ'［m］と書くと，$\lambda'=$[キ]L'という関係がある。開管の基本振動による，音の高さを680［Hz］にするには，開管の長さを[ク]にすればよい。

<[ウ]，[オ]，[キ]の解答群>

①　$\frac{1}{4}$　②　$\frac{1}{3}$　③　$\frac{1}{2}$　④　$\frac{2}{3}$　⑤　1　⑥　$\frac{4}{3}$　⑦　2
⑧　3　⑨　4

<[エ]，[カ]，[ク]の解答群>

①　10.0［cm］　②　12.5［cm］　③　16.5［cm］　④　25.0［cm］　⑤　37.5［cm］
⑥　50.0［cm］　⑦　75.0［cm］　⑧　1.00［m］　⑨　1.50［m］

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

テキスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　位置・速度・加速度

1

この物体が時刻 $t=0$ に $x=0$ を速度 4［m/s］で通過し，3［s］後に速度が 10［m/s］になった場合。

(1)　2［m/s^2］

(2)　21［m］

(3)　8［m/s］

次に，この物体が $t=0$ に $x=0$ を速度 4［m/s］で通過し，4［s］後に速度が −12［m/s］になった場合。

(4)　−4［m/s^2］

(5)　1［s］

(6)　2［s］

2

(1)　時刻 $t=2$ のとき 2［m/s^2］，$t=6$ のとき 0［m/s^2］，$t=9$ のとき −3［m/s^2］

(2)　$t=9$［s］

(3)　変位 33［m］，距離 45［m］

3

(1)　1.0［s］

(2)　4.9［m］

(3)　9.8［m/s］

(4)　4.0［s］

(5)　29.4［m/s］

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２講　放物運動・力のつりあい

1

(1)　$L\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$

(2)　$\sqrt{\dfrac{2h}{g}}$

(3)　$\dfrac{2h}{L}$

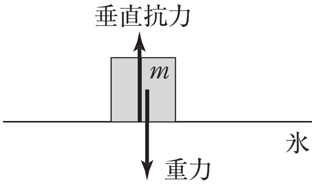
2

(1)　$\dfrac{{v_0}^2\sin^2\theta}{2g}$

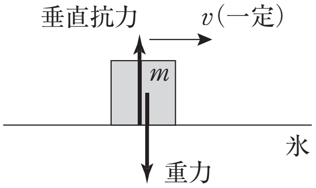
(2)　$\dfrac{{v_0}^2\sin2\theta}{g}$　または　$\dfrac{2{v_0}^2\sin\theta\cos\theta}{g}$

3

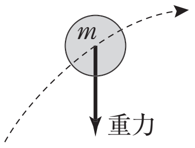
(1)　(ア)



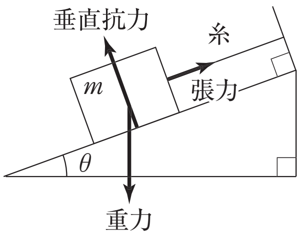
(イ)



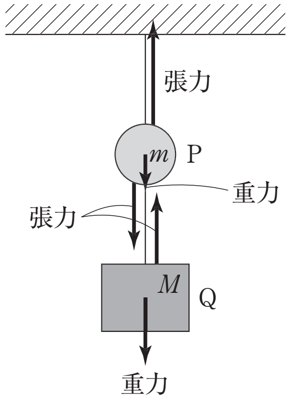
(2)



(3)

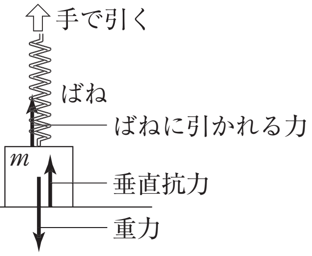


(4)

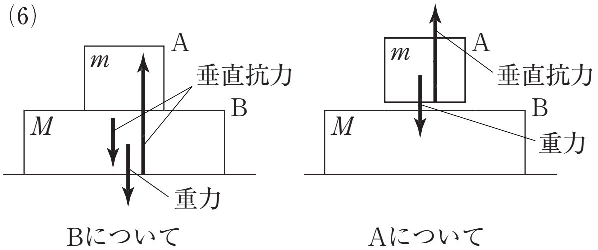


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

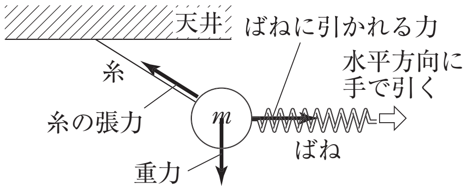
(5)



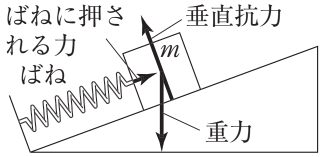
(6)



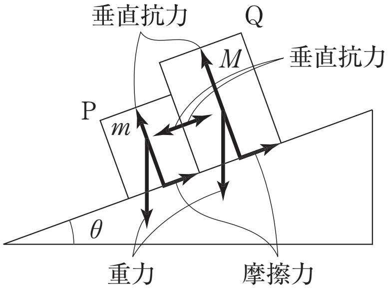
(7)



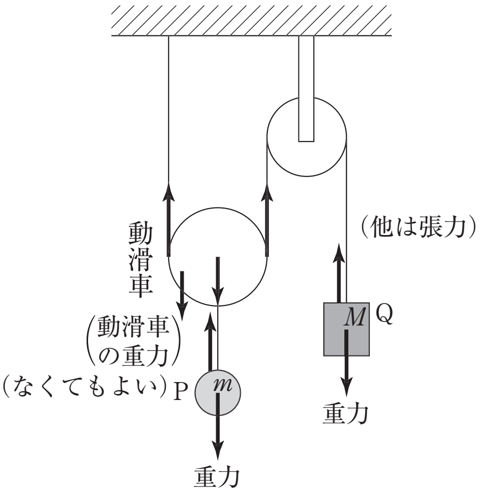
(8)



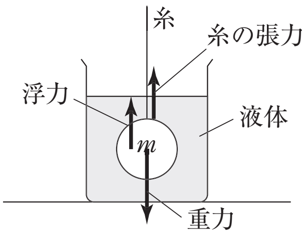
(9)



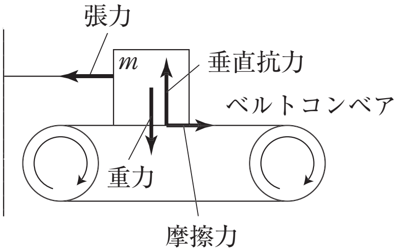
(10)



(11)



(12)



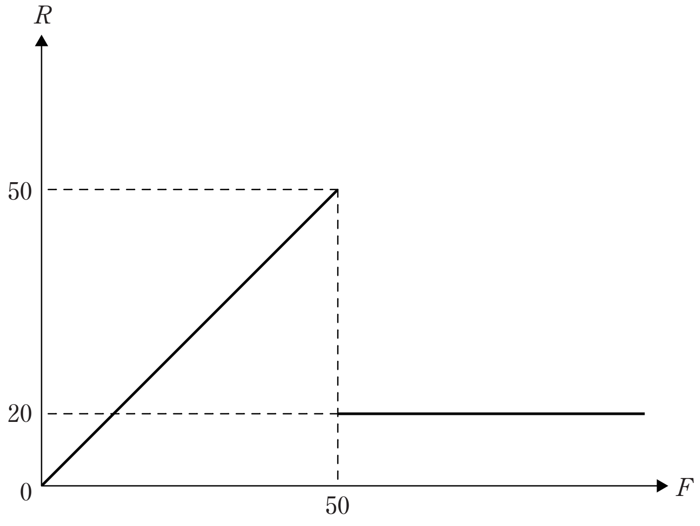
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　摩擦力

1

(1)　30［N］

(2)



2

(1)　$mg\cos\theta$

(2)　$mg\sin\theta$

(3)　$\tan\theta_0$

3

(1)　$m_{\mathrm{A}}g$

(2)　$m_{\mathrm{B}}g$

(3)　μm_{A}

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　運動方程式

1

(1)　$\mu mg\cos\theta$

(2)　$ma = mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta$

(3)　$a = g(\sin\theta - \mu\cos\theta)$

(4)　時間　$\sqrt{\dfrac{2l}{g(\sin\theta - \mu\cos\theta)}}$　　速さ　$\sqrt{2gl(\sin\theta - \mu\cos\theta)}$

2

1	T	2	$mg - T$	3	$\dfrac{Mmg}{m+M}$	4	$\dfrac{m}{m+M}g$
5	mg	6	Mg	7	$\dfrac{m}{M}$		

3

1	(オ)	2	(コ)	3	(イ)	4	(ケ)
5	(カ)	6	(イ)				

ⓒRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　仕事とエネルギー

1

(1)　b

(2)　d

2

(1)　垂直抗力の仕事は 0　　重力の仕事は mgh

(2)　$\sqrt{2gh}$

(3)　mg

(4)　$\dfrac{h}{L}$

(5)　$\dfrac{1}{2}L$

3

(1)　$\dfrac{1}{2}kl^2$

(2)　$\dfrac{l}{2}\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

(3)　$l\sqrt{\dfrac{k}{3m}}$

(4)　$\dfrac{kl^2}{3mg}$

(5)　$\dfrac{l}{\sqrt{3}}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　運動量と力積

1

［A］

(1)　15［N･s］

(2)　7.5［m/s］

(3)　5.5［m/s］

［B］

(1)　12［N･s］

(2)　6.0［m/s］

(3)　4.0［m/s］

2

(1)　$mv_0 = mv + MV$

(2)　$-ev_0 = v - V$

(3)　A：$\dfrac{m-eM}{m+M}v_0$　　B：$\dfrac{m(1+e)}{m+M}v_0$

(4)　$\dfrac{mM(1+e)}{m+M}v_0$

(5)　$\dfrac{mM(1-e^2)}{2(m+M)}{v_0}^2$

3

［A］

(1)　$\dfrac{m}{m+M}v_0$

(2)　大きさ：$\dfrac{mM}{m+M}v_0$　　向き：左向き

(3)　$\dfrac{mv_0}{\sqrt{k(m+M)}}$

［B］

(1)　$\dfrac{1}{2}kl^2$

(2)　$\dfrac{1}{2}kl^2$

(3)　A: $-l\sqrt{\dfrac{km}{M(m+M)}}$　　B: $l\sqrt{\dfrac{kM}{m(m+M)}}$

(4)　$-Ml\sqrt{\dfrac{km}{M(m+M)}}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　円運動

1

あ	④
い	②
う	②
え	⑤
お	②
か	①

2

(1) $\dfrac{mg}{\cos\theta}$

(2) $\sqrt{\dfrac{g}{l\cos\theta}}$

(3) $2\pi\sqrt{\dfrac{l\cos\theta}{g}}$

3

(1) $v=\sqrt{{v_0}^2-2gl(1-\cos\theta)}$

(2) $T=\dfrac{m{v_0}^2}{l}-mg(2-3\cos\theta)$

(3) $v_0>\sqrt{5gl}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　単振動と万有引力

1

(1)　$ma = -ky - mg$

(2)　d

(3)　$y = -\dfrac{mg}{k}$

(4)　$2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

(5)　$d\sqrt{\dfrac{k}{m}}$

2

(1)　$\dfrac{g}{n^2}$

(2)　$\sqrt{\dfrac{gR}{n}}$

(3)　$2\pi\sqrt{\dfrac{n^3R}{g}}$

(4)　$-\dfrac{mgR}{2n}$

(5)　$\left(\dfrac{g}{R\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

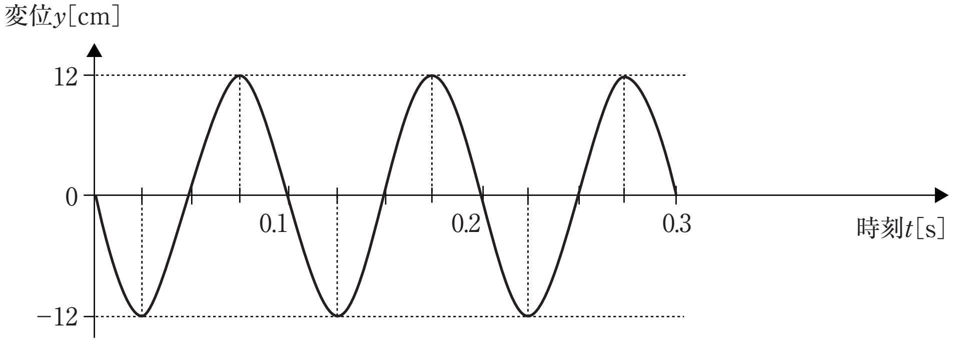
(6)　$\sqrt{\dfrac{2gR}{n}}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　波の基礎

1

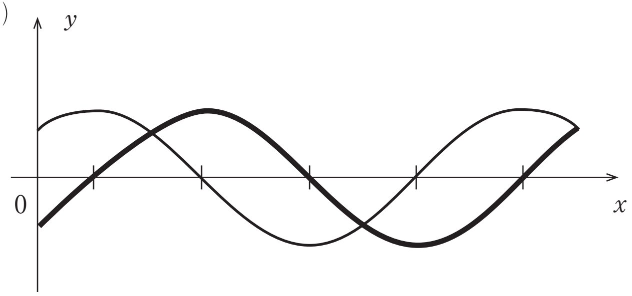
(ア)　0.1　　(イ)　40　　(ウ)　400　　(エ)　下図　　(オ)　−12



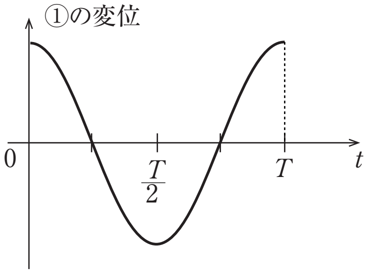
2

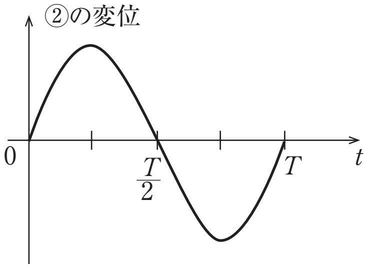
(1)　最も密：②　　最も疎：④

(2)



(3)





(4)

(a)　①③⑤　　(b)　②　　(c)　④

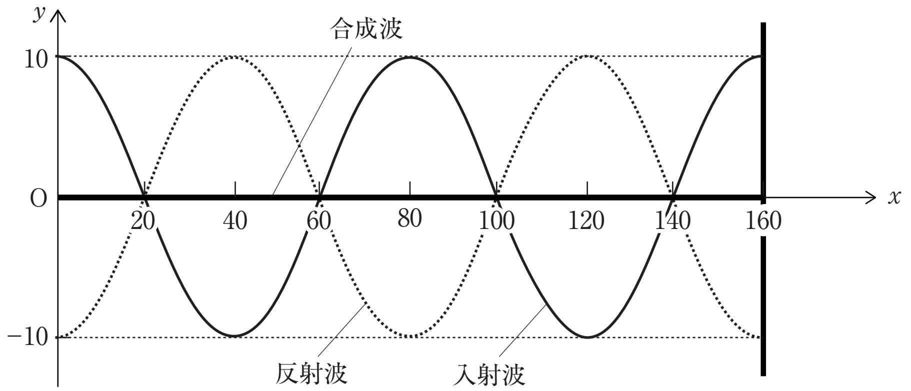
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　反射と定常波

1

(1)　(ア)　10　(イ)　80　(ウ)　8　(エ)　0.125　(オ)　40　(カ)　20　(キ)　20

(2)

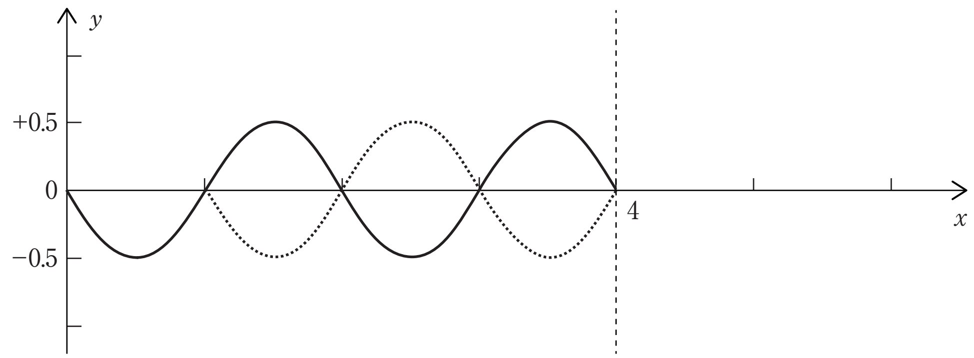


(3)　x=0［cm］，40［cm］，80［cm］，120［cm］，160［cm］

2

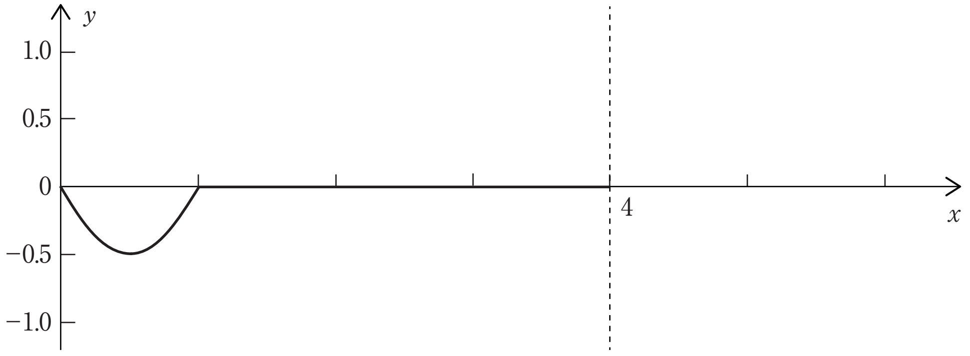
問1　T=4［s］　v=0.5［m/s］

問2　(1)



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

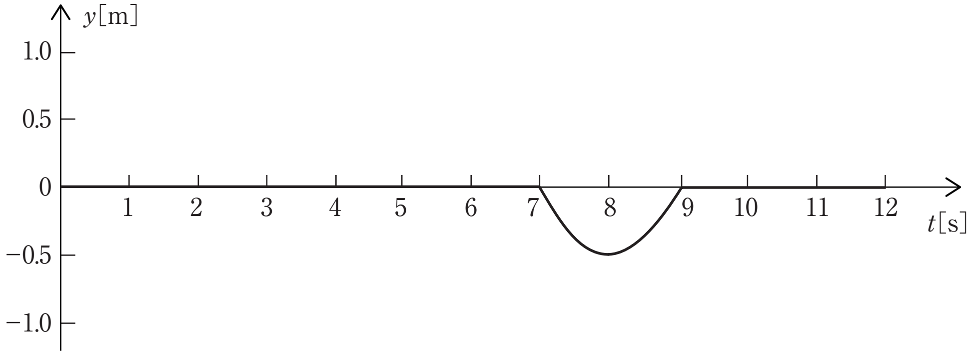
（2）



問３　（1）　t_1=7［s］

（2）　t_2=9［s］

（3）



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 11 講　音波と弦の振動

1

①　固有振動［2 倍振動］　②　L　③　fL

④　(イ)　⑤　$\dfrac{L}{2}$　⑥　2

2

(1)　(ア)　⑫　(イ)　②　(ウ)　④　(エ)　⑮　(オ)　⑯

(カ)　⑱　(キ)　㉓　(ク)　㉑　(ケ)　⑪　(コ)　⑧

(2)　A　1.12　B　1.06　③，⑦

(3)　第 5 弦　143

（参考：第 1 弦　428　第 2 弦　321　第 3 弦　255　第 4 弦　191　第 6 弦　107）

(4)　ギターの 6 本の弦は，それぞれ太さや弦の張力が異なっていて，太さと張力によって弦を伝わる波の速さが異なる。このため，波長は同じでも周波数が異なる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 12 講　気柱の振動

1

(1)　0.600［m］

(2)　330［m/s］

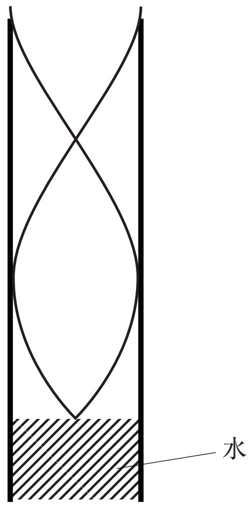
(3)　ア 動けない　イ 固定端反射　ウ 節
　　エ 疎密の変化　オ 0.150

(4)　1.76［m］

(5)　750［Hz］

2

(1)　右図



(2)　62.0［cm］

(3)　1.0［cm］

(4)　76.5［cm］

(5)　341［m/s］

(6)　501［Hz］

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

確認テスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　確認テスト

【解答】

(ア)　③　　(イ)　②　　(ウ)　②　　(エ)　⑥　　(オ)　④

【解説】

［A］

(ア)　$v=v_0+at$ より，

$-0.3=0.2+a\times10$　　$\therefore a=-0.05$ ［m/s²］

よって，$v=0$ となるのは

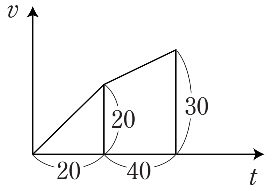
$0=0.2-0.05\times t$　　$\therefore t=\underline{4.0}$ ［s］

(イ)　$x=v_0t+\dfrac{1}{2}at^2$ より，

$x=0.2\times4.0+\dfrac{1}{2}(-0.05)\times4.0^2=\underline{0.40}$ ［m］

［B］

(ウ)　vt 図の面積を考えて，

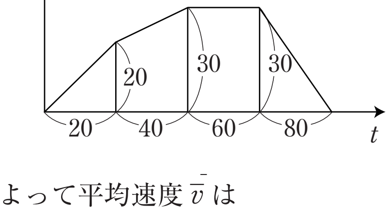


$=\dfrac{1}{2}\times20\times20+\dfrac{1}{2}(20+30)\times40=1200$ ［m］ $=\underline{1.2}$ ［km］

(エ)　vt 図の傾きを読み取って，

$a=\dfrac{30-20}{60-20}=\dfrac{1}{4}=0.25=\underline{2.5}\times10^{-1}$ ［m/s²］

(オ)　全移動距離は，



$=1200+30\times60+\dfrac{1}{2}\times30\times80$
↑(ウ)より
$=4200$ ［m］

よって平均速度 $\bar{v}$ は

$\bar{v}=\dfrac{4200}{200}=21=\underline{2.1}\times10$ ［m/s］

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２講　確認テスト

【解答】

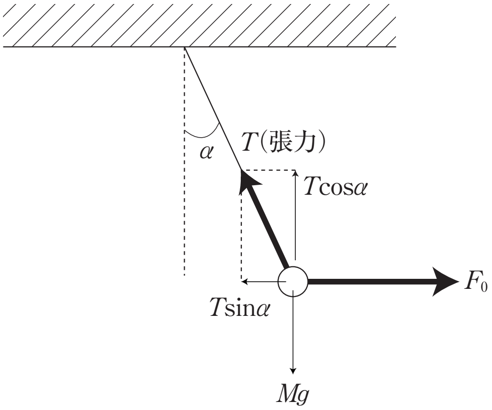
(ア)　④　　(イ)　③　　(ウ)　②　　(エ)　③

【解説】

物体にかかる力は，右図のようになる。

力のつりあいを考えると

$$\begin{cases} Mg = T\cos\alpha & \cdots\cdots Ⓐ \\ F_0 = T\sin\alpha & \cdots\cdots Ⓑ \end{cases}$$



問１　図より，$\underline{T\cos\alpha}$

問２　図より，$\underline{T\sin\alpha}$

問３　Ⓐ式より，

$$T = \underline{\frac{Mg}{\cos\alpha}}$$

問４　Ⓑ÷Ⓐより，

$$\frac{F_0}{Mg} = \tan\alpha \qquad \therefore \underline{F_0 = Mg\tan\alpha}$$

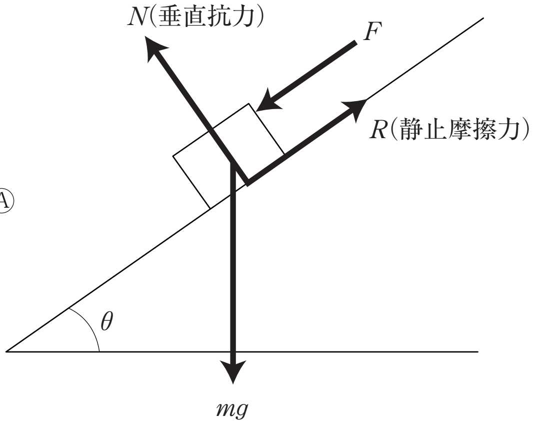
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

【解答】

(ア)　④　　(イ)　③　　(ウ)　②

【解説】



物体にかかる力は図のようになる。物体にかかる力のつりあいを考えると，

斜面に平行な方向：$F+mg\sin\theta=R$　……Ⓐ
斜面に垂直な方向：$mg\cos\theta=N$　……Ⓑ

(1)　Ⓑより，

$N=\underline{mg\cos\theta}$

(2)　Ⓐより，

$R=\underline{F+mg\sin\theta}$

(3)　すべり出す直前，R は最大静止摩擦力 μN となるので

$$R=\mu N$$

$F+mg\sin\theta=\mu N$

Ⓑを代入して，

$F+mg\sin\theta=\mu mg\cos\theta$

$\therefore\quad F=\underline{\mu mg\cos\theta-mg\sin\theta}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

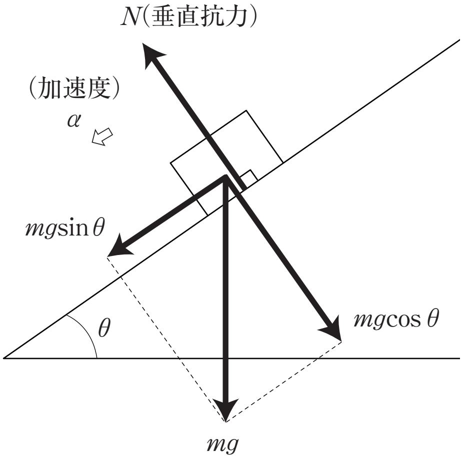
【解答】

(ア)　③　　(イ)　②　　(ウ)　④　　(エ)　⑦　　(オ)　⑤

【解説】

問１　物体にかかる力は右のようになる。
斜面に垂直な方向の力のつりあいから

$N = mg\cos\theta$



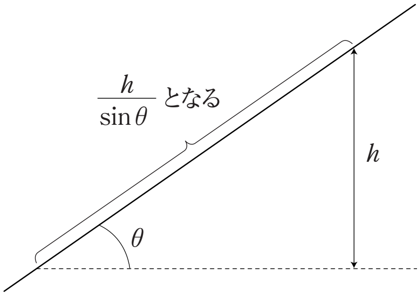
問２　加速度を α として，斜面に沿った方向の運動方程式は

$m\alpha = mg\sin\theta \qquad \therefore\ \alpha = g\sin\theta$

問３　$v^2 - v_0{}^2 = 2\alpha x$ を用いて，

$$v^2 - 0^2 = 2(g\sin\theta)\left(\frac{h}{\sin\theta}\right)$$

$\therefore\quad v = \sqrt{2gh}$

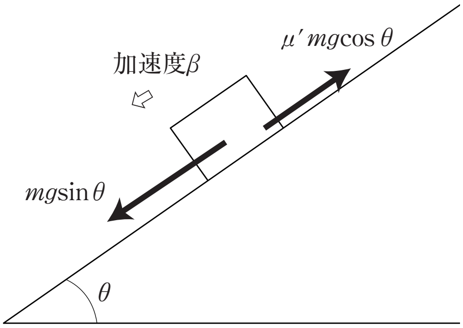


問４　$\mu' N = \mu' mg\cos\theta$

問５　物体にかかる力のうち，斜面に平行な成分は右のようになる。運動方程式は

$m\beta = mg\sin\theta - \mu' mg\cos\theta$

$\beta = g(\sin\theta - \mu'\cos\theta)$



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　確認テスト

【解答】

(ア)　③　　(イ)　④　　(ウ)　②

【解説】

(1)　エネルギー保存則より，

$$\underbrace{mgh}_{\text{はじめ}}=\underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{\text{水平面で}} \qquad \therefore \quad v=\underline{\sqrt{2gh}}$$

(2)　摩擦力の大きさは μmg となるので，運動方程式より

$$ma=-\mu mg$$

$$\therefore a=-\mu g$$

止まるまでにかかる時間を t として，

$$0=v_0+at$$

$$\therefore t=-\frac{v_0}{a}=\frac{\sqrt{2gh}}{\mu g}=\underline{\sqrt{\frac{2h}{\mu^2 g}}}$$

(3)　仕事とエネルギーの関係から，

$$\frac{1}{2}mv_0{}^2+(-\mu mg\cdot x)=0 \qquad \therefore x=\frac{v_0{}^2}{2\mu g}=\underline{\frac{h}{\mu}}$$

【別解】

$$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$$

$$=\sqrt{2gh}\times\sqrt{\frac{2h}{\mu^2 g}}+\frac{1}{2}(-\mu g)\left(\sqrt{\frac{2h}{\mu^2 g}}\right)^2$$

$$=\underline{\frac{h}{\mu}}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第6講　確認テスト

【解答】

ア ①　イ ②　ウ ③　エ ①　オ ②　カ ①　キ ②　ク ②
ケ ⑤　コ ④　サ ②　シ ③

【解説】

(ア) 運動方程式：$ma_1=F$　　$\therefore\ a_1=\underline{\dfrac{F}{m}}$

(イ) $v_1=a_1t_1=\underline{\dfrac{Ft_1}{m}}$

(ウ) $x_1=\dfrac{1}{2}a_1{t_1}^2=\underline{\dfrac{F{t_1}^2}{2m}}$

(エ) $W_1=F\cdot x_1=F\times\dfrac{F{t_1}^2}{2m}=\underline{\dfrac{F^2{t_1}^2}{2m}}$

(オ) $P_1=m\times v_1=m\times\dfrac{Ft_1}{m}=\underline{Ft_1}$

(カ) $K_1=\dfrac{1}{2}m{v_1}^2=\dfrac{1}{2}m\left(\dfrac{Ft_1}{m}\right)^2=\underline{\dfrac{F^2{t_1}^2}{2m}}$

(キ) 速度は v_1 で一定ゆえ，進んだ距離は

$$v_1\times(t_2-t_1)=\underline{\frac{Ft_1}{m}(t_2-t_1)}$$

(ク) 運動量と力積の関係

$$\underbrace{mv_1}_{t=t_2\text{での運動量}}+\underbrace{(-F')\cdot(t_3-t_2)}_{t=t_2\text{から}t=t_3\text{で与えた力積}}=\underbrace{0}_{t=t_3\text{で止まったときの運動量}}\qquad\therefore\ F'=\underline{\frac{Ft_1}{t_3-t_2}}$$

(ケ) 運動方程式

$$ma'=-F'\qquad\therefore\ |a'|=\frac{F'}{m}=\underline{\frac{Ft_1}{m(t_3-t_2)}}$$

(コ) $x_2=v_1(t_3-t_2)+\dfrac{1}{2}\left\{-\dfrac{Ft_1}{m(t_3-t_2)}\right\}(t_3-t_2)^2=\underline{\dfrac{Ft_1(t_3-t_2)}{2m}}$

【別解】仕事とエネルギーの関係より

$$\underbrace{\frac{1}{2}m{v_1}^2}_{t=t_2\text{で持つ運動エネルギー}}+\underbrace{(-F')\cdot x_2}_{\text{加えられた仕事}}=\underbrace{0}_{t=t_3\text{で stop}}\qquad\therefore\ x_2=\frac{m{v_1}^2}{2F'}=\underline{\frac{Ft_1(t_3-t_2)}{2m}}$$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

【解答】

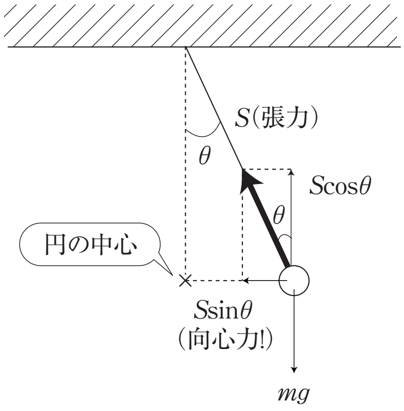
問１　⑤　問２　③　問３　③　問４　①　問５　⑥　問６　③

【解説】

おもりに働く力は右図のようになる。

力のつりあい：$mg = S\cos\theta$　……Ⓐ
円運動の方程式：$mr\omega^2 = S\sin\theta$　……Ⓑ

（ただし，角速度を ω とおいた）



問１　Ⓐより，張力は

$$S = \frac{mg}{\cos\theta}$$

問２　向心力は円の中心へ向く向き！

問３　向心力は

$$S\sin\theta = mg\tan\theta$$

↑ Ⓐ代入

問４

$$r = l\sin\theta$$

問５　Ⓑ÷Ⓐより，

$$\frac{r\omega^2}{g} = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} \qquad \therefore\ \omega = \sqrt{\frac{g\tan\theta}{r}}$$

（$r = l\sin\theta$ を代入して整理すれば

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l\cos\theta}}$$
）

問６

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{r}{g\tan\theta}}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　確認テスト

【解答】

［A］問１　③　　問２　③　　問３　④　　問４　①

［B］(ア)　01　　(イ)　05　　(ウ)　08　　(エ)　17　　(オ)　19　　(カ)　23

【解説】

［A］

問１　力のつりあい

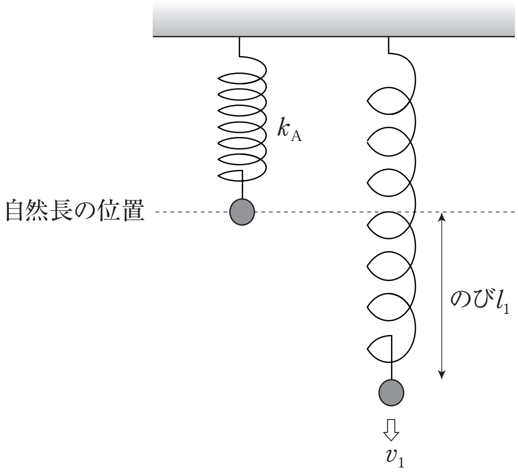
$$m_1g=k_Al_1 \qquad \therefore\ m_1=\underline{\frac{k_Al_1}{g}}$$

問２　エネルギー保存則より（自然長の位置を位置エネルギーの基準とする）

$$0=\frac{1}{2}m_1v_1^{\,2}+\frac{1}{2}k_Al_1^{\,2}-m_1gl_1$$

$k_Al_1=m_1g$ を代入して

$$\therefore\ v_1=\underline{\sqrt{gl_1}}$$



問３　エネルギー保存則より

$$0=\frac{1}{2}k_Al_2^{\,2}-m_1gl_2$$

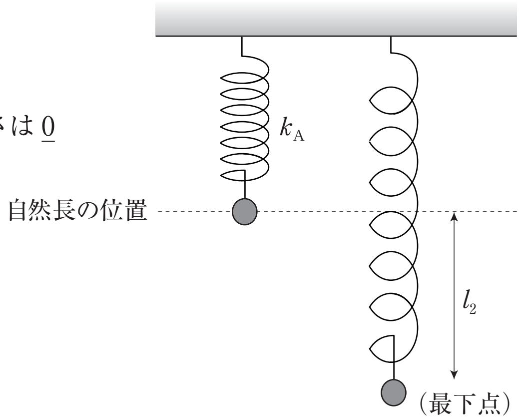
$k_A=\dfrac{m_1g}{l_1}$ を代入して

$$0=\frac{1}{2}m_1g\cdot\frac{l_2^{\,2}}{l_1}-m_1gl_2$$

$l_2\neq0$ ゆえ，

$$l_2=\underline{2l_1}$$

問４　最下点ではおもりは一瞬止まるので，速さは$\underline{0}$



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

［B］

⑴　地表における重力 f について，

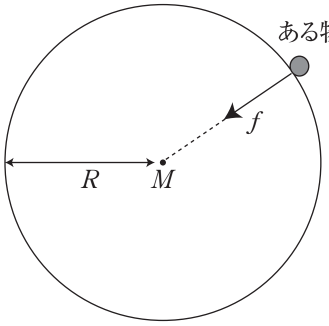
$$G\frac{Mm}{R^2}=mg \quad \cdots\cdots Ⓐ \qquad \therefore\ g=\underline{\frac{GM}{R^2}}$$

高さ h のところでは同様に，

$$G\frac{Mm}{(R+h)^2}=mg'\cdots\cdots Ⓑ$$

Ⓑ÷Ⓐより，

$$\underline{\frac{g'}{g}=\left(\frac{R}{R+h}\right)^2}$$

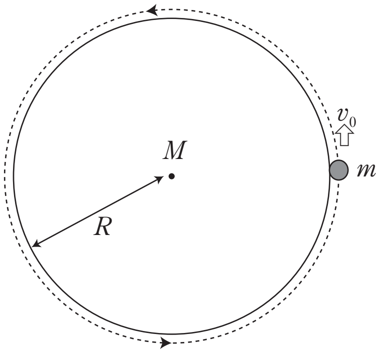


⑵　円運動の方程式

$$m\frac{{v_0}^2}{R}=G\frac{Mm}{R^2}\cdots\cdots Ⓒ \qquad \therefore\ v_0=\underline{\sqrt{\frac{GM}{R}}}$$

全エネルギーは

$$E=\frac{1}{2}m{v_0}^2+\left(-G\frac{Mm}{R}\right)=\frac{1}{2}\cdot\frac{GMm}{R}-\frac{GMm}{R}=\underline{-\frac{GMm}{2R}}$$



地表から h のところでの，円運動の方程式は，

$$m\frac{v^2}{(R+h)}=G\frac{Mm}{(R+h)^2}\cdots\cdots Ⓓ$$

Ⓓ÷Ⓒより，

$$\left(\frac{v}{v_0}\right)^2=\frac{R}{R+h} \qquad \therefore\ v=\underline{\sqrt{\frac{R}{R+h}}\,v_0}$$

周期は

$$T=\frac{2\pi(R+h)}{v}=2\pi(R+h)\sqrt{\frac{R+h}{GM}}=\underline{2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}}$$

↑Ⓓより $v=\sqrt{\dfrac{GM}{R+h}}$

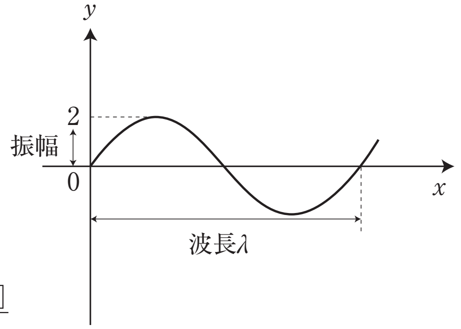
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

【解答】

問１　②　　問２　⑤　　問３　③　　問４　④　　問５　①　　問６　④

【解説】



問１　図より，振幅は2［m］

問２　図より，波長は8［m］

問３　$v=10$［m/s］，$\lambda=8$［m］ゆえ，$v=f\lambda$ より

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{10}{8}=\frac{5}{4} \qquad \therefore\ T=\frac{1}{f}=\frac{4}{5}=0.8\ [\mathrm{s}]$$

問４

$$f=\frac{5}{4}=1.25\ [\mathrm{Hz}]$$

問５

$x=0$［m］は，$t=0$［s］では $y=0$［m］であり，$t>0$ でまず負となり，振幅が2［m］だから，①のグラフとなる。

問６

$x=2$［m］の点は，$t=0$［s］では $y=2$［m］。

$$t=10=8+2=10T+2.5T=12T+0.5T$$

なので，半周期を考えると，

$$y=-2\ [\mathrm{m}]$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

【解答】

(ア)　④　　(イ)　⑧　　(ウ)　ⓕ　　(エ)　ⓙ　　(オ)　⑧

(カ)　③　　(キ)　⑤　　(ク)　②

【解説】

(1)　図より，振幅は 0.20［m］ア

波長は 0.40［m］イ

速さは

$$v=\frac{0.20}{0.25}=0.80\ [\mathrm{m/s}]$$ ウ

振動数は

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{0.80}{0.40}=2.0\ [\mathrm{Hz}]$$ エ

(2)　下図1より，反射波は③，合成波は⑤となる。

下図2より，原点に一番近い節は x＝0.10［m］

図1

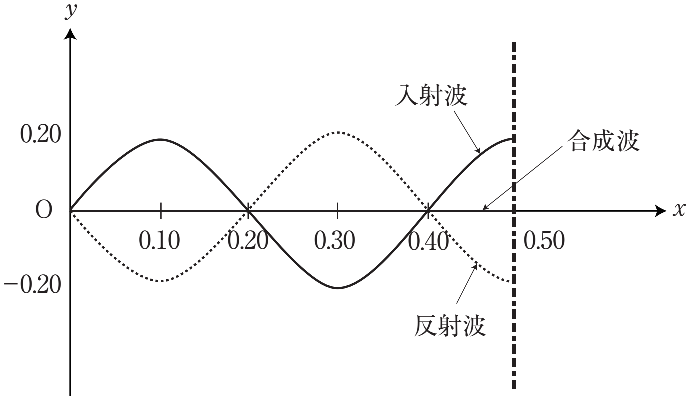
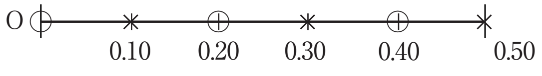


図2



○…腹
×…節

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

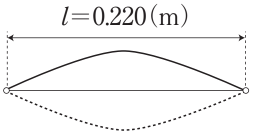
第 11 講　確認テスト

【解答】

問１　⑤　　問２　④　　問３　③　　問４　④

【解説】

問１



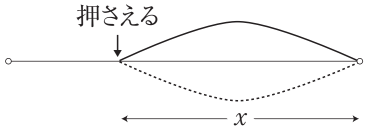
$\lambda_1 = 2l = 2 \times 0.220 = \underline{0.440}$ ［m］

問２

$v = f_1\lambda_1 = 920 \times 0.440 \fallingdotseq \underline{405\ [\text{m/s}]}$

問３　音速は $V = 343$ ［m/s］だから，

$$\lambda_{音} = \frac{V}{f_1} = \frac{343}{920} = \underline{0.373\ [\text{m}]}$$



問４　弦の長さと振動数は反比例するので

$$920 : 1150 = \frac{1}{0.220} : \frac{1}{x}$$

$$\therefore\ x = \frac{920}{1150} \times 0.220 = \underline{0.176\ [\text{m}]}$$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 12 講　確認テスト

【解答】

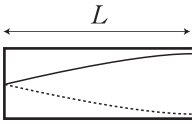
(ア)　③　(イ)　②　(ウ)　⑨　(エ)　②　(オ)　⑥

(カ)　⑤　(キ)　⑦　(ク)　④

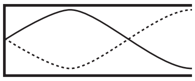
【解説】

(1)

ア：基本振動のとき



イ：3 倍振動のとき



(2)

ウ：(1)の図より，基本振動のとき　$L=\dfrac{1}{4}\lambda$　　$\therefore\ \lambda=\underline{4}L$

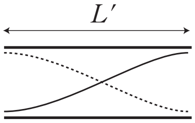
エ：$f=\dfrac{V}{\lambda}=\dfrac{V}{4L}$となるので，$f=680$［Hz］のとき，

$680=\dfrac{340}{4L}$　$\therefore\ L=\dfrac{1}{8}=0.125$［m］$=\underline{12.5\ [\mathrm{cm}]}$

オ：(1)の図より，3 倍振動のとき $L=\dfrac{1}{4}\lambda\times 3$　　$\lambda=\dfrac{4}{\underline{3}}L$

カ：$f=\dfrac{3V}{4L}$となるので，$L=\underline{37.5\ [\mathrm{cm}]}$

(3)



キ：開管では，基本振動のとき右図のようになる。

$\therefore\quad L'=\dfrac{\lambda'}{2}$　　$\lambda'=\underline{2}L'$

ク：$f'=\dfrac{V}{\lambda'}=\dfrac{V}{2L'}$ より，$f'=680$［Hz］とするには，

$L'=\dfrac{V}{2f'}=\dfrac{340}{2\times 680}=\dfrac{1}{4}=0.25$［m］$=\underline{25.0\ [\mathrm{cm}]}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

はじめに

皆さんは今まで，どんなことを意識しながら勉強してきましたか？単純に好きな科目だからいつもやっていた人，とにかく受験で必要だから解きまくっておかなきゃという人，この科目はよくわからないから後回しな人，など様々だと思います。特に物理の場合は3 番目の意見の人が多いかもしれませんね。

しかし，物理というのは本当はおもしろい学問なのです。「ほんの少し」解り始めるだけで途端におもしろくなる，そんな学問なのです。ただ，その「ほんの少し」の理解に皆苦しんでしまい，嫌いになってしまう。ですから，授業ではそこを，「最初の第１歩」を特にしっかりとやりたいと思います。覚えなければいけないことはほんの少しだけしかありません。授業では原理や法則などを含め，何を覚えなければいけないのか，何は覚えなくてよいのか，をしっかりと把握させ，「はじめの一歩」でつまずかないように話をしています。動画を見てポイントの説明を理解したら，まずはそれを「使ってみて」ください。それが，「物理」というものの理解につながるはずです。

このテキストは，入試問題に頻出の問題を集め，それを通して物理の基本的な考え方が理解できるように編集してあります。また，各講の内容が理解できたかチェックできるテスト＆解説がついています。講によっては総合的な内容になっているものもあります。ポイント→例題→テストの３段階チェックで，しつこいくらいに確認をしながら進めていけるはずです。

物理の力をつけるために，とにかくまずはこのテキストをしっかり理解するように努めましょう。
そのためには，

１．テキストをざっとみたら授業をしっかり聞いて，ノートをとる
２．**何も見ずに解けるようになるまで繰り返し解く。**
３．類題などを解き，知識，技術をしっかりと身につける。

ということを意識して進めてください。特に２．の**繰り返す**ということが大事です。これを怠って点が伸びない人がとても多い。わかった気になって放っておくのが一番危険です。つまずいたときは，再び動画を見てみればいい。飽きを感じたりすることもあるかもしれませんが，初めのうちは，とにかく**何度も繰り返して**ください。

受験期はいろいろな意味で成長できる大事な時期です。沢山のことを貪欲に，しっかりと吸収し，１段も２段も上へと成長できるよう，弛まず進んでいってください。そして，必ず栄光をつかみましょう！

中野　喜允

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〈目次〉

第 13 講　電荷とクーロンの法則 …… p. 4
第 14 講　電場と電位 …… p. 12
第 15 講　回路１ …… p. 18
第 16 講　コンデンサー …… p. 26
第 17 講　回路２ …… p. 34
第 18 講　磁場とLorentz力 …… p. 42
第 19 講　電磁誘導 …… p. 56
第 20 講　コイル …… p. 62
第 21 講　交流 …… p. 72
第 22 講　熱力学１ …… p. 78
第 23 講　熱力学２ …… p. 86
第 24 講　原子と原子核 …… p. 94

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 13 講　電荷とクーロンの法則

1　下の問いの解答として最も適当なものを解答群から 1 つ選べ。

図 1 のような , 金属円板 A と金属箔 B をもつ箔検電器がある。最初箔検電器を接地し A, B に電荷がない状態にしてから，接地をはずして以下の操作を行う。これらの操作の結果，箔検電器はどういう状態になるか。

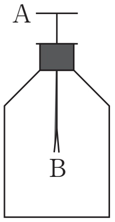


図1

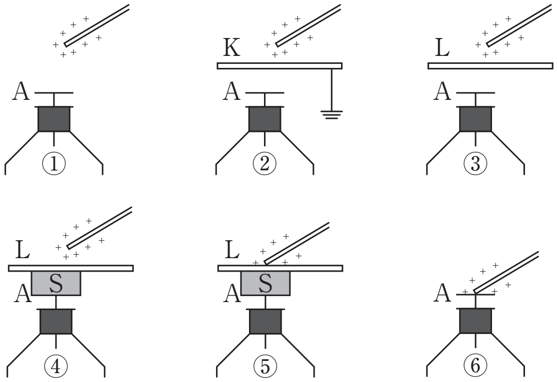


図2

⑴　図 2 ①のように金属の棒に＋の電荷を与え，その棒を A に近づける。

⑵　図 2 ②のように，⑴の状態のままで棒と A の間に接地した大きい金属板 K を入れる。

⑶　図 2 ③のように⑵の金属板 K のかわりに，帯電していない大きい金属板 L を接地せずに入れる。

〔解答群〕

㈠ A にも B にも＋の電荷が現れ，箔 B は開く。

(イ)　A には＋，B には－の電荷が現れ，箔 B は開く。

(ウ)　A には－，B には＋の電荷が現れ，箔 B は開く。

(エ)　A にも B にも－の電荷が現れ，箔 B は開く。

(オ)　A にも B にも電荷は現れず，箔 B は閉じている。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

以下の問いに答えよ。

質量 m［kg］の２つの絶縁体の小球 A と小球 B を図１のように O 点からつるした。小球 A は長さ l［m］の絶縁体のかたい棒に固定され，O 点の鉛直下方にある。小球 B は長さ l の絶縁体の軽い糸でつるされている。

小球 A，B に同じ電気量 q［C］（$q>0$）の電荷をそれぞれ与えたところ，図２のように，小球 B は小球 A と反発し，重力，糸の張力，クーロン力の３つの力がつりあって，B は糸が鉛直となす角度 60° の位置で静止した。

クーロンの法則の比例定数を k［$N \cdot m^2/C^2$］，重力加速度の大きさを g［m/s^2］として，以下の問いに答えよ。

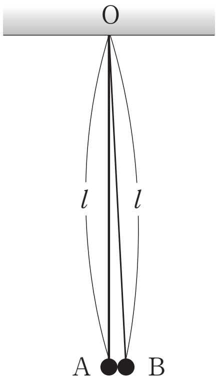


図1

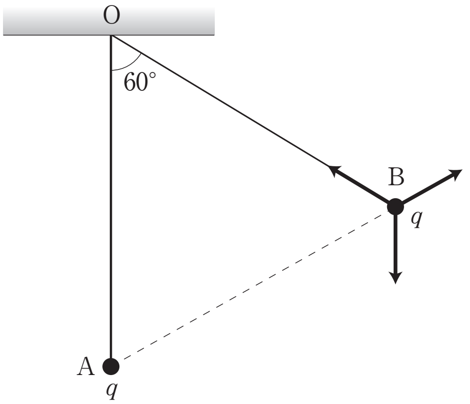


図2

(1)　小球 B の電荷が受けるクーロン力の大きさはいくらか。k，q，l で表せ。

(2)　電気量 q はいくらか。m，k，g，l で表せ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

　距離 r 離れた電荷 q_1 と q_2 の間には $\frac{q_1 q_2}{r^2}$ に比例した電気力（クーロン力）が働く。いま，小球Ｐ，Ｑ，Ｒを長さ l の糸でつなぎ，それぞれに q，q，$2q$（$q>0$）の電荷を与えたところ，小球は図１のように一直線上に並んだ。以下の各問に答えよ。

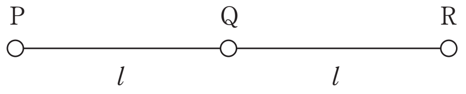


図1

　ＰとＱの電荷が互いに及ぼし合う電気力の大きさを F とする。

⑴ ＱとＲの電荷が互いに及ぼし合う電気力の大きさは F の何倍か。

⑵ ＰとＲの電荷がＱの電荷に及ぼす電気力の合力の大きさは F の何倍か。

⑶ ＰとＱの電荷がＲの電荷に及ぼす電気力の合力の大きさは F の何倍か。

⑷ 糸がＲを引く力の大きさは F の何倍か。

　さらにＰとＲを長さ $\sqrt{2}\,l$ の糸でつないだところ，図２のような直角三角形になった。

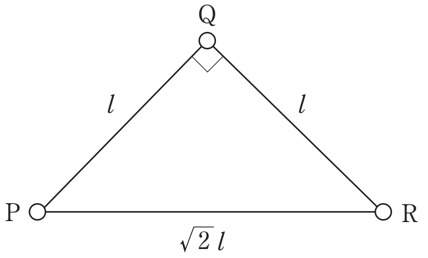


図2

⑸ ＰとＲの電荷がＱの電荷に及ぼす電気力の合力の大きさは F の何倍か。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　確認テスト

次の文章の[　　]に入れるのに最も適当なものを解答群から選び，答えなさい。ただし，同じものを2回以上用いてもよい。

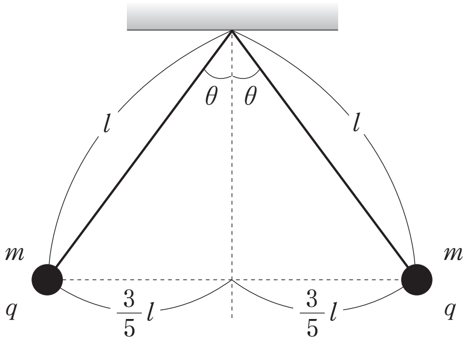
なお，重力加速度の大きさはgとする。

質量mの小球2個それぞれを質量が無視できる長さlの糸でつるし，糸の上端を同一点に固定した。図のように，どちらの小球にもqの電気量を帯電させて，いずれの小球も糸の上端を固定した位置から水平方向に$\frac{3}{5}l$だけ離れた位置で静かにはなすとその位置で静止した。クーロンの法則の比例定数をkとすると，小球にはたらくクーロン力の大きさfは[(a)]となる。小球にはこのクーロン力の他に，張力と重力がはたらく。小球にはたらく重力の大きさはそれぞれ[(b)]となる。糸にはたらく張力の大きさをTとすると，それぞれの小球に対する水平方向と鉛直方向の力のつり合いの式は次のようになる。

水平方向：[(c)]

鉛直方向：[(d)]

この2式からTを消去すると，電気量qは[(e)]と表すことができる。



[(a)]と[(b)]の解答群

① mg　② qg　③ $\frac{5kq^2}{3l}$　④ $\frac{5kq^2}{6l}$　⑤ $\frac{25kq^2}{9l^2}$　⑥ $\frac{25kq^2}{36l^2}$

[(c)]，[(d)]，[(e)]の解答群

① $T\sin\theta = mg$　② $T\cos\theta = mg$　③ $T\sin\theta = f$　④ $T\cos\theta = f$

⑤ $\frac{l}{5}\sqrt{\frac{mg}{k}\sin\theta}$　⑥ $\frac{6l}{5}\sqrt{\frac{mg}{k}\tan\theta}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 14 講　電場と電位

1

以下の文中の ① , ③ , ⑦ ～ ⑪ には適当な数式を, ② , ④ ～ ⑥ については(ア)～(エ)の中から適当な記号を選んでその記号を答えよ。設問［2］においては, 指定された作図も行うこと。ここで, クーロンの法則の比例定数を k［N･m^2/C^2］とし, 無限遠点での電位を 0［V］とする。また, 距離の単位は［m］である。重力および空気抵抗は無視するものとする。

［1］　図 1 のように, 互いに直交する x 軸と y 軸の平面座標をとる。電気量 q［C］の正の点電荷を原点 O（0, 0）に固定する。このとき, x 軸上の点 A（L, 0）の電場（電界）の大きさは ① ［N/C］で, その方向は ② {(ア)　x 軸の正の方向, (イ)　x 軸の負の方向, (ウ) y 軸の正の方向, (エ)　y 軸の負の方向} である。また, 電位は ③ ［V］である。

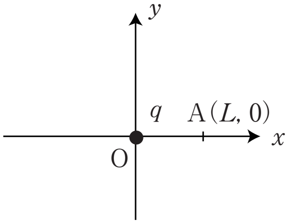


図1

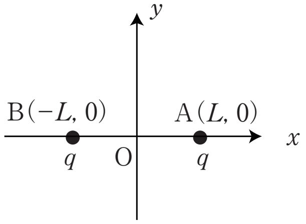
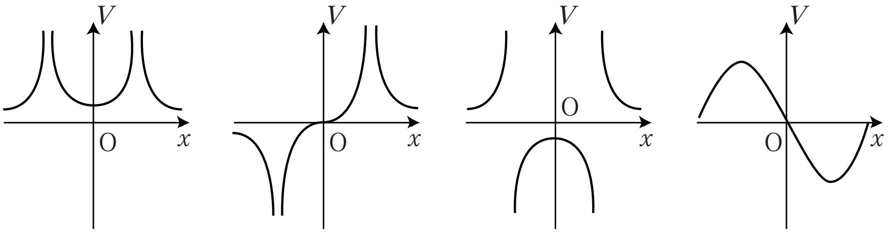


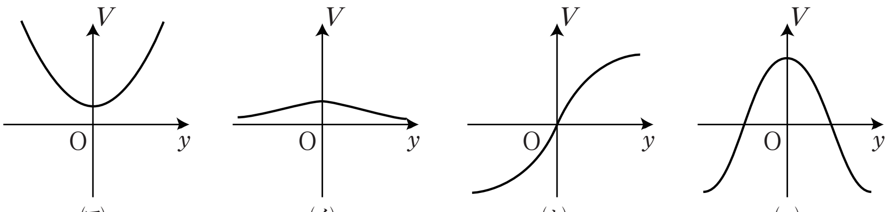
図2

［2］　図 2 のように, 正の点電荷 q［C］をそれぞれ点 A（L, 0）と点 B（$-L$, 0）に固定した。x 軸上の電位 V の様子を図示すると, 図 3 の中の ④ のようになる。また, y 軸上の電位 V の様子を図示すると, 図 4 の中の ⑤ のようになる。このときの xy 平面上の電気力線の様子を図中に描け。



(ア)　(イ)　(ウ)　(エ)

図3



(ア)　(イ)　(ウ)　(エ)

図4

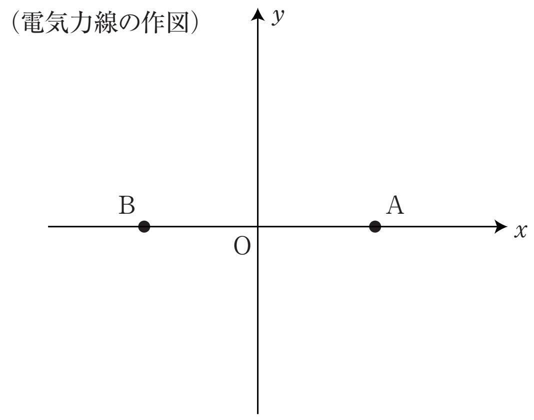
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。



［2］の解答欄

［3］　図5のように，正の点電荷 q［C］を点A（L, 0）と点B（$-L$, 0）に固定し，正の電気量 Q［C］をもつ質量 m［kg］の荷電粒子を点C（0, $\sqrt{3}L$）におく。荷電粒子は［　⑥　］{(ア)　x 軸の正の方向，(イ)　x 軸の負の方向，(ウ)　y 軸の正の方向，(エ)　y 軸の負の方向} に大きさ［　⑦　］［N］のクーロン力を受ける。また，この荷電粒子の静電気力による位置エネルギーは［　⑧　］［J］である。

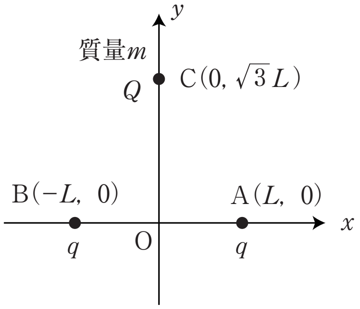


図5

［4］　設問［3］で点Cにおいた荷電粒子を速さ0［m/s］でそっとはなすと，荷電粒子は動き出し，十分遠方でその速さは［　⑨　］［m/s］に近づいていく。

［5］　設問［3］で点Cにおいた荷電粒子に y 軸の負の方向へ速さ v_0［m/s］を与えて，原点Oを通過させることを考える。荷電粒子が原点を通過するときの運動エネルギーは［　⑩　］［J］である。荷電粒子が原点Oを通過するためには，v_0 は［　⑪　］［m/s］より大きくなくてはならない。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

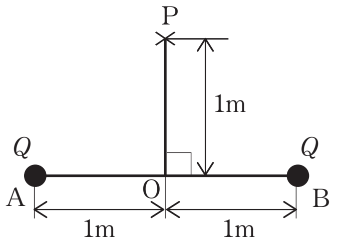
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

図に示すように，点Aおよび点Bに，それぞれ同じ電荷量Qを持った点電荷がある。このとき，点Pにおける電場（電界）および電位を求める。ただし，$Q=+1\times10^{-8}$Cとする。また，点Pから線分ABへの垂線の足を点Oとすると点Aと点O間の距離，点Bと点O間の距離および点Pと点O間の距離はいずれも1mである。クーロン力の比例定数を$9\times10^{9}\mathrm{N\cdot m^2/C^2}$とする。

APおよびBP間の距離は［ア］mであるので，それぞれの電荷が作る点Pにおける電場の大きさは［イ］V/mとなる。Qは正の値であるので，それぞれの点電荷がつくる電場の向きは点Aから点Pおよび点Bから点Pに向かう方向である。従って，合成された電場の向きは点Oから点Pに向かう方向であることに注意して求めると，点Pでの電場の大きさは［ウ］V/mとなる。

点Aおよび点Bにおける電荷が点Pに作る電位は等しく［エ］Vである。点Pに発生する電位は，それぞれの電荷による電位を単純に足し合わせればよいから，その大きさは［オ］Vとなる。



［ア］の解答群

①　1　　②　$\sqrt{2}$　　③　$\sqrt{3}$　　④　2　　⑤　$\sqrt{5}$

［イ］の解答群

①　15　　②　30　　③　45　　④　60　　⑤　90

［ウ］，［エ］，［オ］の解答群

①　$15\sqrt{2}$　　②　$45\sqrt{2}$　　③　$90\sqrt{2}$　　④　$15\sqrt{3}$　　⑤　$45\sqrt{3}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

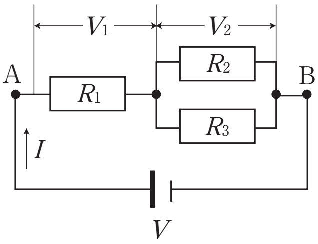
第 15 講　回路 1

1

次の問いに答えよ。

図のように，3 つの抵抗 R_1＝40［Ω］，R_2＝15［Ω］，R_3＝30［Ω］を接続した回路において，A，B 間に電圧 V＝6.0［V］の電池を接続した。ただし，電池の内部抵抗は無視できるとする。

次の問の答えとして最も適当なものを，それぞれの解答群から一つ選びなさい。



(1)　A，B 間の合成抵抗 R を求めよ。

①　10　　②　20　　③　30　　④　40
⑤　50　　⑥　60　　⑦　70　　⑧　80

(2)　抵抗 R_1 に流れる電流 I を求めよ。

①　0.02　　②　0.04　　③　0.06　　④　0.08
⑤　0.10　　⑥　0.12　　⑦　0.14　　⑧　0.16

(3)　抵抗 R_1 による電圧降下 V_1 を求めよ。

①　2.0　　②　2.4　　③　2.8　　④　3.2
⑤　3.6　　⑥　4.0　　⑦　4.4　　⑧　4.8

(4)　抵抗 R_2 に流れる電流 I_2 を求めよ。

①　0.02　　②　0.04　　③　0.06　　④　0.08
⑤　0.10　　⑤　0.12　　⑦　0.14　　⑧　0.16

(5)　抵抗 R_3 に流れる電流 I_3 を求めよ。

①　0.02　　②　0.04　　③　0.06　　④　0.08
⑤　0.10　　⑥　0.12　　⑦　0.14　　⑧　0.16

(6)　回路全体の消費電力を求めよ。

①　0.02　　②　0.18　　③　0.26　　④　0.36
⑤　0.48　　⑥　0.52　　⑦　0.64　　⑧　0.72

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

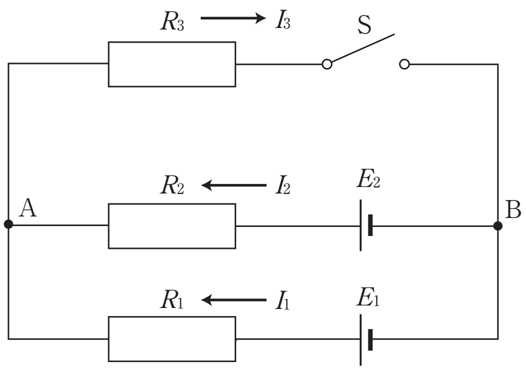
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

抵抗値 1 Ω，2 Ω，1 Ω の抵抗器 R_1，R_2，R_3 と起電力 15V，10V の電池 E_1，E_2，およびスイッチ S が図のように接続されている。電池の内部抵抗は無視できるものとし，図の矢印の方向をそれぞれの抵抗を流れる電流の正の方向とする。



スイッチ S が閉じているとき，電流 I_1，I_2，I_3 を，各々求めなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

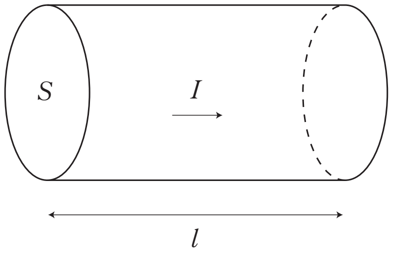
< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

　図のように，断面積 S [m^2]，長さ l [m] の金属線の両端に電圧 V [V] をかけたところ，電流 I [A] が流れた。



　この金属線の電気抵抗を自由電子の運動から考えよう。

　電圧 V をかけると金属線内に一様な電場（電界）が生じ，自由電子はこの電場から力を受けて加速される。しかし，自由電子は金属中の陽イオンなどとの衝突によって抵抗力を受けるので，やがてこれらの力がつり合って，一定の速さ v [m/s] で金属線内を移動するようになる。金属線内の自由電子１個の電荷を $-e$ [C]，単位体積当たりの自由電子の個数を n [個 /m^3] として，以下の問いに答えよ。

(1)　自由電子は，速さ v に比例する大きさ kv [N] の抵抗力（k は比例定数）を受けるとする。このとき，自由電子に働く力のつり合いの式を書け。

(2)　金属線の断面を１秒間に通過する電荷から，電流 I を v を用いて表せ。

(3)　問１，問２の結果から，電圧 V を電流 I を用いて表せ。

(4)　問３の結果をオームの法則と比較することで，金属線の抵抗率を求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

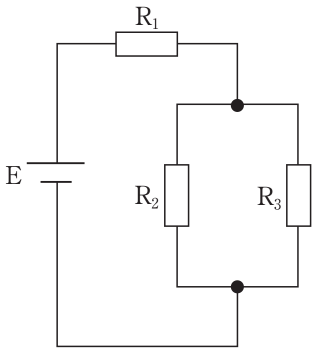
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 15 講　確認テスト

以下の ア ～ エ に入れるべき数値にもっとも近い数値を解答群から選んで番号で答えなさい。同じ番号を何回選んでもかまいません。電源Ｅは内部抵抗の無視できる理想的な電源であり，抵抗 R_1，R_2，R_3 以外の抵抗は無視することができるものとします。

図に示すとおり，抵抗 R_1，R_2，R_3 および電源Ｅから構成される回路がある。抵抗 R_1，R_2，R_3 の抵抗値がそれぞれ 10［Ω］，10［Ω］，5.0［Ω］のとき，抵抗 R_2 で消費される電力が 40［W］となった。このとき抵抗 R_2 を流れる電流は ア ［A］であり，抵抗 R_1 を流れる電流は イ ［A］である。抵抗 R_3 で消費される電力は抵抗 R_2 で消費される電力の ウ 倍であり，電源Ｅの電圧は エ ［V］である。



解答群

① 0.16	② 0.25	③ 0.38	④ 1.0
⑤ 1.5	⑥ 1.9	⑦ 2.0	⑧ 2.2
⑨ 2.4	⑩ 2.5	⑪ 2.8	⑫ 3.0
⑬ 3.1	⑭ 3.3	⑮ 3.5	⑯ 3.8
⑰ 3.9	⑱ 4.2	⑲ 4.6	⑳ 5.0
㉑ 5.7	㉒ 6.0	㉓ 8.1	㉔ 9.0
㉕ 9.6	㉖ 1.1×10^1	㉗ 1.2×10^1	㉘ 3.2×10^1
㉙ 4.2×10^1	㉚ 8.0×10^1		

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

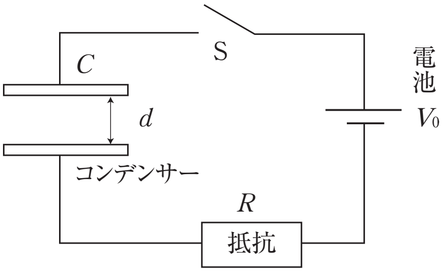
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　コンデンサー

1

電気容量 C で，極板の間隔が d の平行板コンデンサーと抵抗値 R の抵抗，起電力 V_0 の電池，およびスイッチSを図に示すように接続する。導線やスイッチの抵抗，電池の内部抵抗は無視できるものとする。また，コンデンサーの極板の間は真空であるとする。以下の各問に答えなさい。



次の文章の空欄に該当するものを，選択肢から選び答えなさい。

問1　時刻 $t = 0$ のときスイッチを閉じてコンデンサーの充電を開始する。直後に抵抗に流れる電流は（　ア　）である。その後電荷がコンデンサーにたまるにつれて電流は減少する。時刻 t（>0）のときの電流を I，コンデンサーの極板間の電位差を V とするとキルヒホッフの法則より，$I =$（　イ　）となる。また，時刻 t までに蓄えられた電気量 Q と V の間には $Q =$（　ウ　）の関係がある。コンデンサーの充電は電位差 V が，電池の起電力 V_0 に等しくなったときに終了する。

充電が終わるまで，電池は常に一定の起電力 V_0 で電池の負極から正極へ全部で（　エ　）の電荷を運んだので，この間に電池がする仕事は V_0 とコンデンサーの容量 C を用いると（　オ　）のように表される。そのうち，（　カ　）が静電エネルギーとしてコンデンサーに蓄積されている。

充電終了後，コンデンサーの極板間には，端の影響を無視すると極板に垂直で一様な電場（電界）が作られている。

① $\dfrac{V_0}{R}$　② $\dfrac{1}{R}(V_0 + V)$　③ $\dfrac{1}{R}(V_0 - V)$　④ $\dfrac{1}{R}(V - V_0)$

⑤ CV_0　⑥ $\dfrac{1}{2}CV_0^2$　⑦ CV_0^2　⑧ CV^2

⑨ CV

問2　充電が終了するまでの間に抵抗で発生したジュール熱は（　キ　）$\times 10^{-10}$［J］である。次の選択肢から最も近い数値を選びなさい。ただし，V_0 は 5［V］，d は 3［mm］，コンデンサーの極板は一辺 10［cm］の正方形，真空の誘電率を 8.85×10^{-12}［F/m］として計算しなさい。

①　2.7　②　2.9　③　3.0　④　3.4

⑤　3.7　⑥　4.0　⑦　7.4　⑧　8.9

⑨　9.0

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

　図１のように面積が等しい２枚の電極板 A，B を d［m］離して平行に置いて平行板コンデンサーを作る。電極板 A，B にそれぞれ電荷 $-Q$［C］，$+Q$［C］を与えた。電極板の面積 S［m^2］は十分大きく，真空の誘電率を ε_0［F/m］として，以下の問いに答えよ。

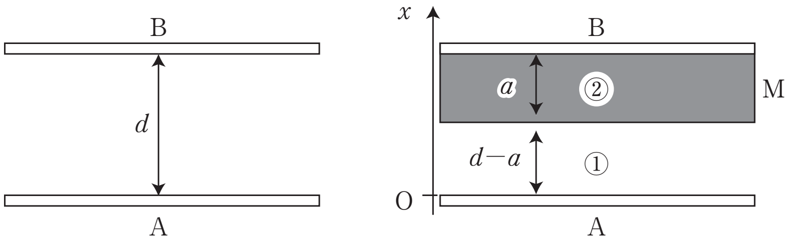


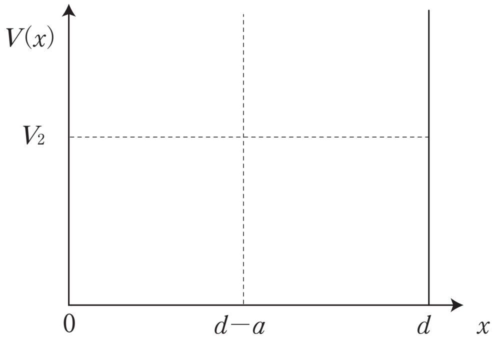
図1　図2

［A］ 解答にあたっては，(2)で挿入する金属板 M の厚さを a［m］として d，S，ε_0，Q，a の中から適切な文字を用いて表せ。(3)については図示せよ。

(1) 図１で電極板 AB 間が真空であるとする。電極板 AB 間の電場の大きさ E_1［V/m］，電極板 AB 間の電位差 V_1［V］，コンデンサーの電気容量 C_1［F］を求めよ。

(2) 両極板の電荷をそのままにして，図２のように金属板 M を電極板 B に接するように挿入した。この金属板の面の形と大きさは電極板と同じで，厚さは a である。このときの真空の領域を①，金属板 M の領域を②とする。コンデンサー内の領域①，②の電場の大きさ E_2［V/m］，E_3［V/m］を求めよ。

(3) 図２に示すように，電極板 A の位置を原点にとり，図の鉛直方向に x 軸をとる。(2)の結果をもとに，電極板 AB 間の電位差 V_2 を求めよ。さらに，電極板 AB 間の各点と電極板 A との電位差を x の関数 $V(x)$ として所定の解答欄に実線で図示せよ。



［A］(3)の解答欄

(4) 図２のコンデンサーの電気容量 C_2［F］を求めよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

［B］　電極板の電荷を［A］のままにして，図３のように，金属板を挿入した位置と同じ位置に面の形が同じで，厚さ a，面積 S の誘電体Ｄを，挿入した。挿入した誘電体Ｄの比誘電率を $\varepsilon_r > 1$ とする。真空の領域を①, 誘電体Ｄの領域を②として以下の問いに答えよ。⑴と⑵については，適切な記号で答えよ。⑶については所定の解答欄に実線で図示せよ。

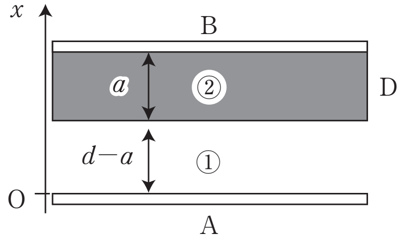
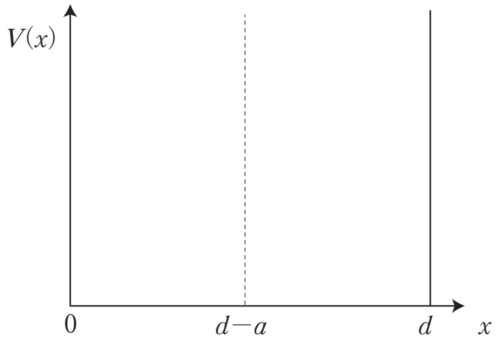


図3

⑸　誘電体Ｄを挿入した場合と，［1］のように金属板Ｍを挿入した場合の真空の領域①の電場の大きさを比べると，（金属板Ｍを挿入した場合の領域①の電場の大きさ）{(a)＜，(b)＝，(c)＞}（誘電体Ｄを挿入した場合の領域①の電場の大きさ）である。

⑹　誘電体を挿入後の領域①と領域②の電場の大きさを比べると，（①の領域の電場の大きさ）{(a)＜，(b)＝，(c)＞}（②の領域の電場の大きさ）である。

⑺　図２と同様に，原点Ｏと x 軸をとる。電極板AB間の各点と電極板Ａとの電位差を x の関数 $V(x)$ として，⑴と⑵の解答を反映するように実線で図示せよ。①と②の領域の境界における電位差の値については d, S, ε_0, ε_r, Q, a の中から適切な文字を用いて縦軸に記入せよ。



［B］⑶の解答欄

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

次の文の[　　]に入れるのに最も適当なものを解答群から選び，答えなさい。

(1)　コンデンサーは2枚の同じ面積 S［m^2］を有する金属板を向かい合わせに距離 d［m］離して平行に置くことにより，製作することができる。この金属板の間に電気容量 C が生じる。この電気容量 C［F］は

$$C=\varepsilon\frac{S}{d}$$

で与えられる。ただし，ε は誘電率と呼ばれ，金属板にはさまれる誘電体（絶縁体）によって決まる定数である。よって，金属板の面積を2倍にすれば，元の電気容量の[ア]倍になる。また誘電体（絶縁体）の厚さを2倍にすれば，元の電気容量の[イ]倍になる。そして，$S=0.2\mathrm{m}^2$，$d=0.1\mathrm{mm}$，$\varepsilon=1\times10^{-10}\mathrm{F/m}$ とすれば，$C=$[ウ]F となる。

[ア]，[イ]の解答群

①　$\frac{1}{4}$　　②　$\frac{1}{2}$　　③　1　　④　2　　⑤　4

[ウ]の解答群

①　1×10^{-8}　　②　2×10^{-8}　　③　5×10^{-8}　　④　1×10^{-7}　　⑤　2×10^{-7}

(2)　電気容量が C_1［F］であるコンデンサーと電気容量が C_2［F］であるコンデンサーが1つずつある。これらを直列に接続したときの合成された電気容量 C_s［F］および並列に接続したときの合成された電気容量 C_p［F］はそれぞれ $C_s=$[エ]［F］，$C_p=$[オ]［F］である。

[エ]，[オ]の解答群

①　C_1+C_2　　②　C_1C_2　　③　$\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$　　④　$\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$　　⑤　$\sqrt{C_1^2+C_2^2}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

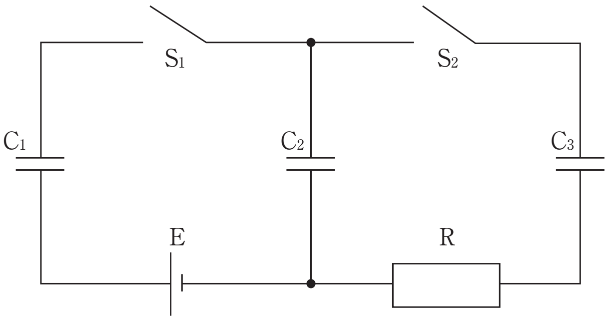
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　回路2

1

電気容量がそれぞれ6.0μF，2.0μF，4.0μF のコンデンサー C_1，C_2，C_3，起電力120V の電池E，ある抵抗値を持つ抵抗R，およびスイッチ S_1，S_2 を図のように接続した。最初 S_1，S_2 は開いており C_1，C_2，C_3 には電荷は蓄えられていなかったとする。以下の問いに答えよ。



問1　まずスイッチ S_1 を閉じる。十分時間がたったとき，次の値を求めよ。

(1)　C_1 に蓄えられている電荷 Q_1 [C]
(2)　C_2 の極板間の電位差 V_2 [V]
(3)　C_2 に蓄えられている静電エネルギー U_2 [J]

問2　次にスイッチ S_1 を開いてからスイッチ S_2 を閉じる。十分時間がたったとき，次の値を求めよ。

(1)　C_2 の極板間の電位差 V_2' [V]
(2)　C_2 に蓄えられている電荷 Q_2' [C]
(3)　C_2 に蓄えられている静電エネルギー U_2' [J]
(4)　C_3 に蓄えられている電荷 Q_3' [C]
(5)　C_3 に蓄えられている静電エネルギー U_3' [J]

問3　問1の状態の静電エネルギーの総和と問2の状態の静電エネルギーの総和には差がある。このエネルギー差 ΔU [J] を求めよ。また，ΔU [J] はどうなったと考えられるかを説明せよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

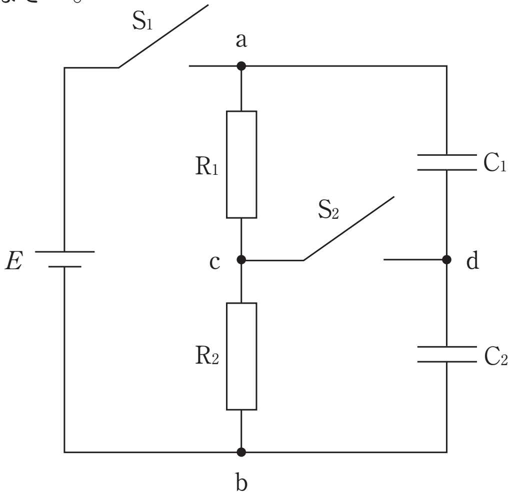
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

　図のように電気容量がそれぞれ C, $2C$ のコンデンサー C_1, C_2, 抵抗値がそれぞれ R, $2R$ の抵抗 R_1, R_2, 内部抵抗が無視できる起電力 E の電池，スイッチ S_1, S_2 を接続した。最初，スイッチ S_1, S_2 は開いており，コンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。まず，スイッチ S_2 を開いたままスイッチ S_1 を閉じる。十分に時間が経過したとき，コンデンサーを流れる電流は0になった。その後スイッチ S_2 を閉じ，十分に時間が経過したとき，回路を流れる電流は一定になった。電位は図中の点bを基準とし，C, R, E のうち必要な記号を用いて以下の問いに答えなさい。



図

問1　スイッチ S_2 を閉じる直前の，点dの電位 V_d を求めなさい。

問2　スイッチ S_2 を閉じる直前の，抵抗 R_1 を流れる電流の大きさ I を求めなさい。

問3　スイッチ S_2 を閉じて十分に時間が経過したときの，点dの電位 V_d' を求めなさい。

問4　スイッチ S_2 を閉じてから，十分に時間が経過するまでにスイッチ S_2 を通って点cから点dに向かって流れた電気量 Q を求めなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

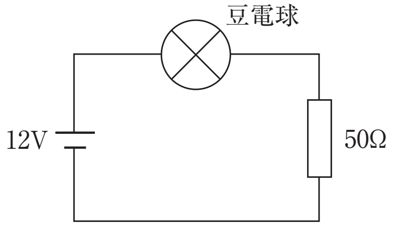
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

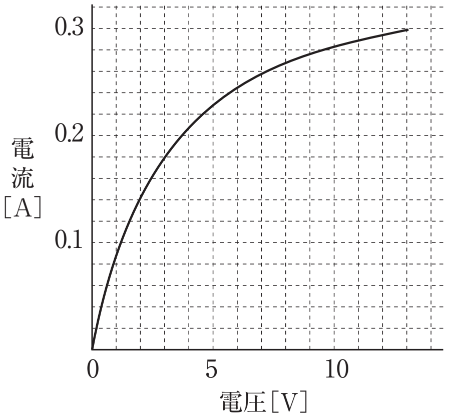
< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

図はある電球の電圧－電流特性を表したものである。この電球と電気抵抗 50 Ωの抵抗器および起電力 12［V］の電源を直列につないだとき，豆電球の両端の電圧は何 V になるか。





a.　1.0V　　b.　3.0V　　c.　5.0V　　d.　7.0V
e.　9.0V　　f.　11V

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 17 講　確認テスト

下の問いの解答として最も適当なものを解答群から一つ選びなさい。

電気容量が C［F］のコンデンサー C_1，電気容量が $2C$［F］のコンデンサー C_2，抵抗値 R［Ω］の抵抗 R_1，電圧 E［V］の電池，スイッチ S で図 1 のような回路を組んだ。スイッチを閉じる前，二つのコンデンサーに蓄えられている電気量はゼロとする。次の各問いについて，それぞれの解答群の中から最も適切なものを一つ選び，記号で答えなさい。

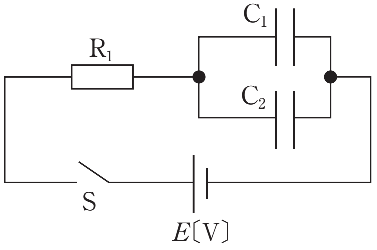


図1

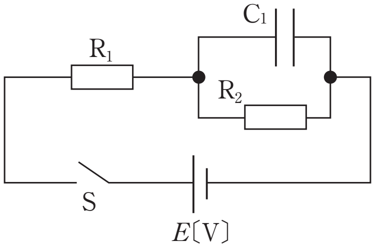


図2

(1)　スイッチを閉じた直後に抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めなさい。

(2)　スイッチを閉じるとコンデンサーに充電が始まる。充電途中でコンデンサー C_1 に電気量 q［C］が蓄えられている時，抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めなさい。

(3)　スイッチを閉じてから充分な時間が経った時に，二つのコンデンサー C_1 と C_2 に蓄えられた静電エネルギーの合計を求めなさい。ただし，$C=5.0\times10^{-9}$F，$E=4.0$V とする。

次に，コンデンサーを放電させて最初の状態に戻し，C_2 の代わりに，図 2 のように，抵抗値 $2R$［Ω］の抵抗 R_2 をつないだ。

(4)　スイッチを閉じた直後，および充分な時間が経った時に抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを，（閉じた直後の電流，充分な時間が経った時の電流）という形で求めなさい。

(5)　図 2 の回路で充分に時間が経った時に，コンデンサー C_1 に蓄えられた電気量を求めなさい。

〔解答群〕

(1)　ア．ER　イ．$\dfrac{E}{R^2}$　ウ．CE　エ．$\dfrac{E}{R}$　オ．$\dfrac{R}{E}$

(2)　ア．$\dfrac{E}{R}$　イ．$\dfrac{q}{CR}$　ウ．$E-\dfrac{q}{C}$　エ．$\dfrac{q}{R}$　オ．$\left(E-\dfrac{q}{C}\right)\dfrac{1}{R}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3)　ア．1.2×10^{-7} J　イ．3.0×10^{-7} J　ウ．6.0×10^{-8} J
　　エ．4.0×10^{-8} J　オ．1.2×10^{-9} J

(4)　ア．$\left(\dfrac{E}{R},\ \dfrac{E}{3R}\right)$　イ．$\left(\dfrac{E}{2R},\ 0\right)$　ウ．$\left(\dfrac{E}{2R},\ \dfrac{E}{2R}\right)$
　　エ．$\left(0,\ \dfrac{E}{2R}\right)$　オ．$\left(0,\ \dfrac{E}{3R}\right)$

(5)　ア．CE　イ．$\dfrac{1}{3}CE$　ウ．$\dfrac{2}{3}CE$　エ．$3CE$　オ．$2CE$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　磁場とLorentz力

1

以下の[1]から[9]にあてはまる答えを各解答群から1つ選び答えよ。ただし，同じ答えをくり返し用いてもよい。

磁界中の荷電粒子の運動について，以下の問いに答えよ。

(1) 一様な磁束密度 B［T］の磁界に垂直に入射した電荷 q［C］，質量 m［kg］，速さ v［m/s］の荷電粒子は，速さの方向に対して垂直な向きに[1]［N］の大きさのローレンツ力を受けるため，これが向心力となって等速円運動を行う。等速円運動をしている場合，粒子に働くローレンツ力と遠心力がつり合うため，回転の半径 r は[2]［m］と表される。いま，電荷 $-e$［C］を持つ電子 e が紙面に垂直な磁界のもとで，図1のように同一平面内で回転している場合，磁界の向きは[3]である。

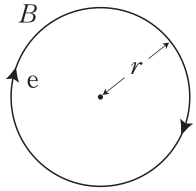


図1

[1]の解答群

① qvB　② qmB　③ mvB　④ qmv

⑤ $\dfrac{mB}{qv}$　⑥ $\dfrac{mv}{qB}$　⑦ $\dfrac{v}{qB}$　⑧ $\dfrac{B}{qv}$

[2]の解答群

① qvB　② $\dfrac{qv}{mB}$　③ $\dfrac{mB}{qv}$　④ $\dfrac{mv}{qB}$

⑤ $\dfrac{qB}{mv}$　⑥ $\dfrac{2\pi m}{qB}$　⑦ $\dfrac{qvB}{2\pi m}$　⑧ $\dfrac{\pi m}{qvB}$

[3]の解答群

① 紙面に垂直で裏から表の向き　② 紙面に垂直で表から裏の向き

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(2) いま，図2のように，この円軌道の中心に対して，左側の領域Ⅰで磁束密度 B［T］，右側の領域Ⅱで $2B$［T］の同じ向きで強さの異なる磁界が接している場合を考える。電子が円運動により，領域Ⅰから領域Ⅱへ入った場合，領域Ⅱでの電子の回転半径は，領域Ⅰに比べ［ 4 ］倍，速さは［ 5 ］倍になる。

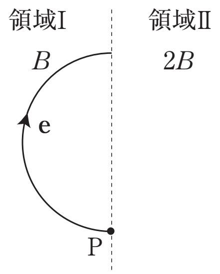


図2

［ 4 ］，［ 5 ］の解答群

① $\frac{1}{8}$　② $\frac{1}{4}$　③ $\frac{1}{2}$　④ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

⑤ 1　⑥ $\sqrt{2}$　⑦ 2　⑧ 4

(3) 電子が図2の点Pより円運動を開始したとき，この運動の周期（領域ⅠおよびⅡを半周ずつ回るのに要する時間）は，［ 6 ］［s］となり，1周期を終え，領域ⅠとⅡの境界に戻ってきたとき，点Pより［ 7 ］［m］だけ，図2の紙面内の［ 8 ］方向へずれることになる。このような回転を繰り返すと，電子は一定の方向に対して移動を起こすことが分かる。

［ 6 ］の解答群

① $\frac{\pi B}{em}$　② $\frac{3\pi B}{2em}$　③ $\frac{3\pi B}{em}$　④ $\frac{2mB}{\pi e}$

⑤ $\frac{\pi m}{eB}$　⑥ $\frac{3\pi m}{2eB}$　⑦ $\frac{3\pi m}{eB}$　⑧ $\frac{3mB}{2\pi e}$

［ 7 ］の解答群

① $\frac{ev}{2mB}$　② $\frac{ev}{mB}$　③ $\frac{mB}{2ev}$　④ $\frac{mB}{ev}$

⑤ $\frac{mv}{2eB}$　⑥ $\frac{mv}{eB}$　⑦ $\frac{2\pi m}{eB}$　⑧ $\frac{\pi m}{evB}$

［ 8 ］の解答群

① 上　② 下

(4) 電子の運動エネルギーが2倍に変化すれば，領域ⅠおよびⅡを半周ずつ回ってきた後に，点Pよりずれる距離は，変化前に比べて［ 9 ］倍になる。

［ 9 ］の解答群

① $\frac{1}{8}$　② $\frac{1}{4}$　③ $\frac{1}{2}$　④ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

⑤ 1　⑥ $\sqrt{2}$　⑦ 2　⑧ 4

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

次の文を読み，各問いに対する最も適当な答えを，それぞれの解答群から一つ選び，その記号を答えよ。ただし，装置はすべて大気中にあり，空気の透磁率はμ_0［N/A^2］であり，地磁気や重力による影響は無視する。

［A］

図１で示すように，座標系O－xyzのz軸に沿って長い直線導線Lがあり，この導線には一定の強さI_0［A］の直流電流がz軸の正の向きに流れている。次の問いに答えよ。

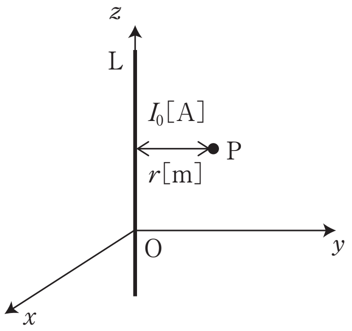


図1

問１　yz平面内で，導線Lからy軸に平行に距離r［m］離れた点Pにおける

(1)　磁場の向きはどの向きか。また，

(2)　この磁場の強さは何A/mか。rとI_0を用いて表せ。

解答群

(1)　(ア)　x軸の正の向き　　(イ)　x軸の負の向き　　(ウ)　y軸の正の向き

(エ)　y軸の負の向き　　(オ)　z軸の正の向き　　(カ)　z軸の負の向き

(2)　(ア)　$\dfrac{I_0}{2\pi r}$　　(イ)　$\dfrac{3I_0}{2\pi r}$　　(ウ)　$\dfrac{2I_0}{\pi r}$　　(エ)　$\dfrac{5I_0}{2\pi r}$　　(オ)　$\dfrac{3I_0}{\pi r}$

問２　距離r［m］がy軸に沿って，２倍の$2r$［m］になったときの点をQ点とする（Q点は図示されていない）。Q点における磁束密度の大きさB_Q［Wb/m^2］（または［T］）と，問１のP点における磁束密度の大きさB_P［Wb/m^2］の関係は次のどの式で表されるか。ただし，導線Lに流れている電流I_0［A］は一定とする。

解答群

(ア)　$B_P=\dfrac{B_Q}{2}$　　(イ)　$B_P=B_Q$　　(ウ)　$B_P=2B_Q$　　(エ)　$B_P=4B_Q$

(オ)　$B_P=3B_Q$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

[B]

図2で示すように，図1と同じように，z 軸の正の向きに強さ I_0［A］の直流電流が流れている長い直線導線Lが z 軸に沿って置かれている。また，電気抵抗のない細い導線でつくられた長方形型のコイル ABCD が yz 面内に置かれ，辺 AB は z 軸に平行で，z 軸から距離 r［m］の位置にある。辺 AD は y 軸上にあり，AB＝2BC＝$2l$［m］である。

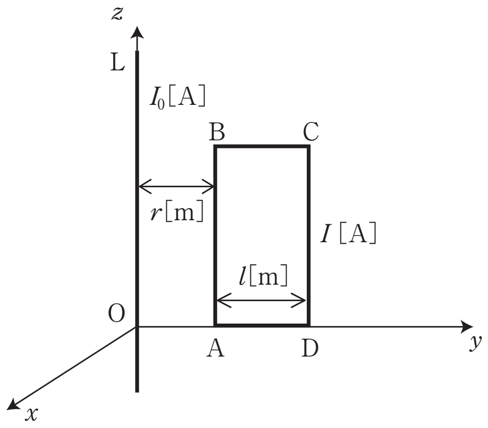


図2

いま，このコイルに A→B→C→D→A の向きに I［A］の電流が流れているとする。以下で，導線Lを流れる強さ I_0［A］の直流電流がつくる磁場によって，コイル ABCD が受ける力について考える。ただし，図2における導線Lと長方形型のコイルの配列状態の変化やコイルの形の変化はないとする。

問3

(1)　まず，辺 AB を流れている電流が，長さ AB の部分で受ける力の向きは次のどれか。また，

(2)　この力の大きさは何Nか。I_0，I，r，l と μ_0 を用いて表せ。

解答群

(1)　(ア)　x 軸の正の向き　(イ)　x 軸の負の向き　(ウ)　y 軸の正の向き

　　(エ)　y 軸の負の向き　(オ)　z 軸の正の向き　(カ)　z 軸の負の向き

(2)　(ア)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{5\pi r}$　(イ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{4\pi r}$　(ウ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{3\pi r}$　(エ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{2\pi r}$

　　(オ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{\pi r}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4

(1) 辺CDを流れている電流が，長さCDの部分で受ける力の向きは次のどれか。

また，

(2) この力の大きさは何Nか。I_0，I，r，lとμ_0を用いて表せ。

解答群

(1) (ア) x軸の正の向き　(イ) x軸の負の向き　(ウ) y軸の正の向き

(エ) y軸の負の向き　(オ) z軸の正の向き　(カ) z軸の負の向き

(2) (ア) $\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{\pi(r+l)}$　(イ) $\dfrac{2\mu_0 I_0 I l}{\pi(r+l)}$　(ウ) $\dfrac{3\mu_0 I_0 I l}{\pi(r+l)}$

(エ) $\dfrac{4\mu_0 I_0 I l}{\pi(r+l)}$　(オ) $\dfrac{5\mu_0 I_0 I l}{\pi(r+l)}$

問5　辺BCを流れる電流が，長さBCの部分で受ける力の向きは次のどれか。

解答群

(ア) x軸の正の向き　(イ) x軸の負の向き　(ウ) y軸の正の向き

(エ) y軸の負の向き　(オ) z軸の正の向き　(カ) z軸の負の向き

問6　辺BCを流れる電流が，長さBCの部分で受ける力の大きさF_{BC}［N］と，辺ADを流れる電流が，長さADの部分で受ける力の大きさF_{AD}［N］との関係を示す式は次のどれか。

解答群

(ア) $2F_{BC}=F_{AD}$　(イ) $F_{BC}=F_{AD}$　(ウ) $F_{BC}=2F_{AD}$　(エ) $F_{BC}=3F_{AD}$

(オ) $F_{BC}=5F_{AD}$

問7

(1) 結局，コイルABCD全体が受ける力の合力の向きは次のどれか。また，

(2) この合力の大きさK_1は何Nか。

解答群

(1) (ア) x軸の正の向き　(イ) x軸の負の向き　(ウ) y軸の正の向き

(エ) y軸の負の向き　(オ) z軸の正の向き　(カ) z軸の負の向き

(2) (ア) $\dfrac{\mu_0 I_0 I l^2}{5\pi r(r+l)}$　(イ) $\dfrac{2\mu_0 I_0 I l^2}{3\pi r(r+l)}$　(ウ) $\dfrac{\mu_0 I_0 I l^2}{\pi r(r+l)}$

(エ) $\dfrac{5\mu_0 I_0 I l^2}{3\pi r(r+l)}$　(オ) $\dfrac{2\mu_0 I_0 I l^2}{\pi r(r+l)}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問８　最後に，前で述べた図２の状態で，導線Ｌを流れていた電流の強さ I_0［A］が $2I_0$［A］に変わり，図２の配置状態のまま十分に時間が経過した場合を考える。この場合，導線Ｌを流れる電流による磁場によって，コイルABCD全体が受ける力の大きさ K_2［N］は，前の問７(2)で求めた力の大きさ K_1［N］の何倍か。

解答群

(ア)　$\frac{1}{2}$　　(イ)　2　　(ウ)　4　　(エ)　5　　(オ)　7

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

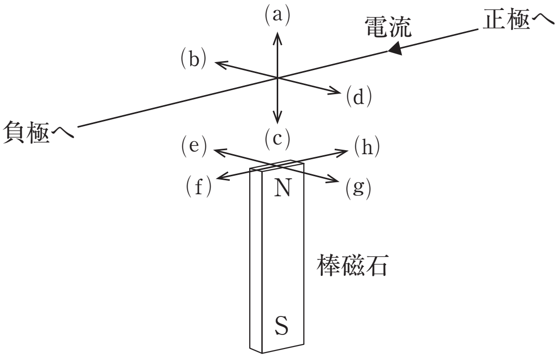
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

次の文章を読み，下の問いに答えよ。

図のように，水平に配置してある導線に一定の向きと大きさの電流を流し，その真下に，N極を上にして棒磁石を置いた。



(1)　棒磁石が真上の導線部分につくる磁場の向きはどの向きか。正しいものを，次の(ア)〜(エ)のうちから一つ選べ。

(ア)　図中の(a)の向き　　(イ)　図中の(b)の向き

(ウ)　図中の(c)の向き　　(エ)　図中の(d)の向き

(2)　導線が棒磁石のつくる磁場から受ける力の向きはどの向きか。正しいものを，次の(ア)〜(エ)のうちから一つ選べ。

(ア)　図中の(a)の向き　　(イ)　図中の(b)の向き

(ウ)　図中の(c)の向き　　(エ)　図中の(d)の向き

(3)　棒磁石が受ける力について，正しく説明しているものを次の(ア)〜(オ)のうちから一つ選べ。

(ア)　棒磁石は，導線を流れている電流がつくる磁場から，図中の(e)の向きの力を受ける。

(イ)　棒磁石は，導線を流れている電流がつくる磁場から，図中の(f)の向きの力を受ける。

(ウ)　棒磁石は，導線を流れている電流がつくる磁場から，図中の(g)の向きの力を受ける。

(エ)　棒磁石は，導線を流れている電流がつくる磁場から，図中の(h)の向きの力を受ける。

(オ)　棒磁石は，導線を流れている電流から力を受けない。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

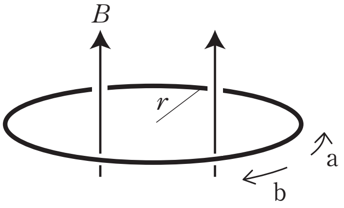
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 19 講　電磁誘導

1

［A］　図のように細い導線から作られた半径 r の円形コイルがある。次の設問に答えよ。



⑴　一様な磁束密度 B の磁場（磁界）を，コイルの面に垂直上向きに加えた。このときコイルをつらぬく磁束を求めよ。

⑵　つぎに磁束密度 B を時間 Δt の間に ΔB だけ増加させたら，大きさ V の誘導起電力が生じた。V を Δt, ΔB, r を用いて表せ。

⑶　このとき，コイルに流れる誘導電流 I の向きは図の a か b か。またコイルの電気抵抗を R とするとき，I の大きさを表せ。

［B］　断面積 $0.1\,\mathrm{m}^2$，巻き数３回のコイルの面と垂直に，図１のように，一様な磁界をかける。いま，磁束密度 B が図２のグラフのように時間とともに変化するとき，図１のコイルの両端ＰとＱの間に生じている誘導起電力の大きさはいくらか。最も近い値を，以下の①〜⑨のうちから一つ選べ。

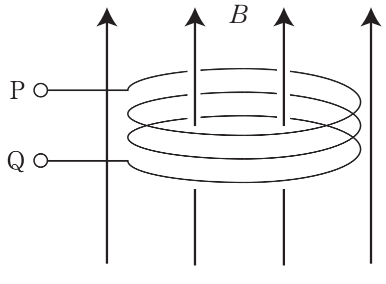


図1

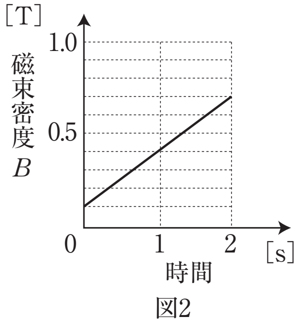


図2

①　0.02　　②　0.03　　③　0.06　　④　0.09
⑤　0.2　　⑥　0.3　　⑦　0.6　　⑧　0.9
⑨　2

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

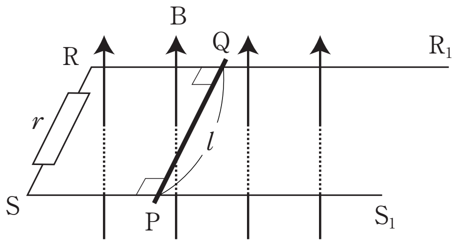
< Note >

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

図のように磁束密度B［T］の一様な磁場中に，長さlの導線PQが，2本の平行な導線RR_1，SS_1に垂直に，その両端を接して置かれている。RS間には抵抗値rの抵抗がつながれており，閉回路を作る面PQRSは磁場に垂直であるとする。また，すべての導線および接触点の電気抵抗は無視してよい。



磁束密度の大きさをBにして十分時間が経過した後，導線PQを一定の速さv_0でRR_1，SS_1に沿って右方へ動かすとする。このとき，

(1)　閉回路PQRSPに誘導される起電力の大きさを求めよ。

(2)　閉回路PQRSPに流れる電流の大きさを求めよ。

(3)　抵抗から発生する，単位時間当たりのジュール熱を求めよ。

(4)　導線PQが磁場から受ける力の大きさ，外力のする仕事率を求めよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 19 講　確認テスト

次の文を読み，以下の各問いに対する最も適当な答えを，それぞれの解答群から一つ選び，その記号を答えよ。ただし，地磁気の影響は無視できるとする。

図１で示すように，水平な紙面内に x 軸と y 軸を定める。磁束密度 B［T］(または［Wb/m^2］) の紙面に垂直な一様な磁場が，$0<x<1.5l$，$-a<y<a$ の範囲内にある。

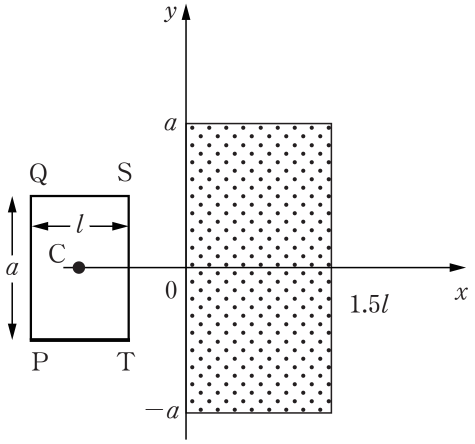


図1

いま図１のように，２辺の長さがそれぞれ a［m］と l［m］の紙面に平行な細い１巻き長方形コイル PQST がある。この長方形コイルは，辺 PQ と辺 QS がそれぞれ y 軸および x 軸と平行を保ったまま，紙面内で x 軸に沿って移動できる。

長方形コイル PQST は，辺 PT のみが抵抗値 R_0［Ω］の細い抵抗線でできており，その他の辺は抵抗値が無視できる細い導線でできている。ただし，長方形コイルは変形しないとする。また, コイルの自己インダクタンスおよび誘導電流がつくる磁場は無視できるとする。

長方形コイル PQST の中心点 C が，x 軸に沿って正の向きに一定の速さ v_0［m/s］で紙面内で移動した場合について以下で考える。ただし，この場合の磁場は紙面の裏から表の向きを向いており，磁束密度の大きさは B_0［T］で一定であるとする。さらに辺 ST が y 軸を通過した時刻を $t=0$［s］とする。

問 1．長方形コイル PQST を垂直に貫く磁束の変化の大きさを $\varDelta\phi$［Wb］，磁束の変化に要した時間を $\varDelta t$［s］としたとき，長方形コイル PQST 内に生じる誘導起電力の大きさは何 V か。$\varDelta\phi$ と $\varDelta t$ を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{\varDelta\phi}{\varDelta t}$　　(イ) $\dfrac{2\varDelta\phi}{\varDelta t}$　　(ウ) $\dfrac{4\varDelta\phi}{\varDelta t}$　　(エ) $\dfrac{\varDelta t}{\varDelta\phi}$　　(オ) $\dfrac{2\varDelta t}{\varDelta\phi}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2. 長方形コイル PQST が x［m］だけ移動するのに要する時間は何秒か。

解答群

(ア) $\dfrac{x}{2v_0}$　(イ) $\dfrac{x}{v_0}$　(ウ) $\dfrac{x^2}{v_0}$　(エ) $\dfrac{2x^2}{v_0}$　(オ) $\left(\dfrac{x}{v_0}\right)^2$

問3. 時刻 t[s]が $0<t<\dfrac{l}{v_0}$ の範囲にあるとき，長方形コイル PQST を垂直に貫く磁束 ϕ[Wb]を，B_0，a，t と v_0 を用いて表せ。

解答群

(ア) B_0av_0t　(イ) $B_0a^2v_0t$　(ウ) $B_0{}^2av_0t$　(エ) $B_0av_0{}^2t$　(オ) $B_0av_0t^2$

問4. 前の問3において，長方形コイル PQST 中を流れる電流の向きはどちらの向きか。

解答群

(ア) P → T → S → Q → P の向き　(イ) P → Q → S → T → P の向き

問5. 前の問3において，長方形コイル PQST 中を流れる電流の強さは何 A か。R_0，B_0，a と v_0 を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{B_0av_0}{4R_0}$　(イ) $\dfrac{B_0av_0}{2R_0}$　(ウ) $\dfrac{B_0av_0}{R_0}$　(エ) $\dfrac{R_0}{2B_0av_0}$　(オ) $\dfrac{R_0}{B_0av_0}$

問6. 時刻 t［s］が $0<t<\dfrac{l}{v_0}$ の範囲にあるとき，長方形コイル中を流れる電流のうち辺 ST の部分の電流が磁場から受ける力の大きさは何Nか。R_0，B_0，a と v_0 を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{B_0{}^2av_0}{4R_0}$　(イ) $\dfrac{B_0{}^2av_0}{2R_0}$　(ウ) $\dfrac{B_0{}^2av_0}{R_0}$　(エ) $\dfrac{B_0{}^2a^2v_0}{2R_0}$　(オ) $\dfrac{B_0{}^2a^2v_0}{R_0}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

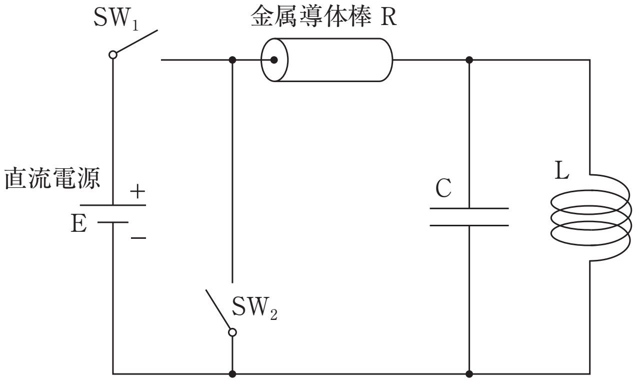
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　コイル

1

次の文を読み，以下の各問いに対する最も適当な答えを，それぞれの解答群から一つ選び，その記号を答えよ。

図で示すように，起電力が V_0［V］で内部抵抗が r［Ω］の直流電源E，断面積，長さおよび抵抗率がそれぞれ S［m^2］，l［m］，ρ［Ω・m］で抵抗値が R［Ω］の金属導体棒R，電気容量の値が C［F］のコンデンサーC，自己インダクタンスが L［H］のコイルLおよびスイッチ SW_1 と SW_2 で構成された回路がある。ただし，配線に用いた電線の電気抵抗やスイッチの接触抵抗およびコイルLの内部抵抗は無視でき，最初コンデンサーに蓄えられている電荷はないとする。また，スイッチ SW_1 と SW_2 は切っている（開いている）とする。



［1］　スイッチ SW_2 は切った状態のまま，スイッチ SW_1 だけを入れた（閉じた）。次の問いに答えよ。

問1. SW_1 を入れた直後，コイルLを流れる電流の強さは何Aか。r，C，L，R，V_0 および数値0の中から適当な文字を選択して答えよ。

解答群

(ア)　0　　(イ)　$\dfrac{V_0}{L}$　　(ウ)　$\dfrac{V_0}{C}$　　(エ)　$\dfrac{V_0}{2r}$　　(オ)　$\dfrac{V_0}{r}$

問2. SW_1 を入れた直後，コンデンサーCの電極間の電圧は何Vか。r，C，L，R，V_0 および数値0の中から適当な文字を選択して答えよ。

解答群

(ア)　0　　(イ)　$\dfrac{V_0 r}{R}$　　(ウ)　$\dfrac{V_0 C}{r}$　　(エ)　$\dfrac{V_0 R}{L}$　　(オ)　V_0

問3. 金属導体棒Rの抵抗値 R［Ω］はいくらか。l，S と ρ を用いて表せ。

解答群

(ア)　$\dfrac{\rho l}{4S}$　　(イ)　$\dfrac{\rho l}{2S}$　　(ウ)　$\dfrac{\rho l}{S}$　　(エ)　$\dfrac{S}{2\rho l}$　　(オ)　$\dfrac{S}{\rho l}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4. SW_1 を入れてから十分に時間が経過した。このときLを流れる電流の強さ I_L［A］はいくらか。r, R と V_0 を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{V_0}{2(r+R)}$　(イ) $\dfrac{V_0}{r+2R}$　(ウ) $\dfrac{V_0}{2r+R}$　(エ) $\dfrac{V_0}{r+R}$　(オ) $\dfrac{2V_0}{r+R}$

問5. 問4において，Lに蓄えられているエネルギーは何Jか。I_L と L を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{LI_L^2}{4}$　(イ) $\dfrac{LI_L^2}{2}$　(ウ) LI_L^2　(エ) $\dfrac{L^2I_L^2}{4}$　(オ) $\dfrac{L^2I_L^2}{2}$

［2］　さて［1］の状態にある回路において，スイッチ SW_1 を入れてから十分に時間がたった後，SW_1 をすばやく切った。次の問いに答えよ。

問6. SW_1 を切った後，コイルLを流れる振動電流の周期は何秒か。C と L を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{\pi\sqrt{LC}}{2}$　(イ) $\pi\sqrt{LC}$　(ウ) $2\pi\sqrt{LC}$　(エ) $\pi\sqrt{\dfrac{C}{L}}$　(オ) $2\pi\sqrt{\dfrac{C}{L}}$

問7. 問6において，Lを流れる振動電流の最大値 I_{MAX}［A］はいくらか。r, R と V_0 を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{V_0}{r+2R}$　(イ) $\dfrac{V_0}{2r+R}$　(ウ) $\dfrac{V_0}{(r+R)^2}$　(エ) $\dfrac{V_0}{r+R}$　(オ) $\dfrac{V_0^2}{r+R}$

問8. コンデンサーCの電極間電圧の大きさの最大値は何Vか。C, I_{MAX} と L を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{I_{MAX}}{4\pi}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$　(イ) $\dfrac{I_{MAX}}{2\pi}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$　(ウ) $\dfrac{I_{MAX}}{\pi}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$　(エ) $I_{MAX}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$　(オ) $\pi I_{MAX}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$

［3］　次に，［2］の状態にある回路において，SW_1 を切ってから十分に時間が経過した後，SW_2 を入れた。次の問いに答えよ。

問9. SW_2 を入れてから十分に時間が経過した。SW_1 を入れてから金属導体棒Rで消費された全エネルギーは何Jか。L と問7における I_{MAX} を用いて表せ。

解答群

(ア) $\dfrac{LI_{MAX}^2}{4}$　(イ) $\dfrac{LI_{MAX}^2}{2}$　(ウ) LI_{MAX}^2　(エ) $\dfrac{\pi LI_{MAX}^2}{4}$　(オ) $\dfrac{\pi LI_{MAX}^2}{2}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

次の文中の空欄 (ア) ～ (エ) にあてはまる式を答えよ。また，解答図（A）と（B）に適切なグラフの概形を描け。

図1のように，自己インダクタンス L［H］のコイルL，電気容量 C［F］のコンデンサーCとスイッチSをつないで回路を作る。ただし，回路での電磁波の発生や，電気抵抗は無視する。はじめSは開いており，Cは充電されていて，その極板間の電位差は V［V］である。このとき，Cが蓄えている静電エネルギーは (ア) ［J］である。Sを閉じるとLに電流が流れて，Cの極板間の電位差は変化する。Sを閉じてから，はじめてCの極板間の電位差が0Vになるまでの時間は，円周率を π として (イ) ［s］である。Cの極板間の電位差が $\frac{V}{2}$［V］となった瞬間に，コイルLが蓄えているエネルギーは (ウ) ［J］であり，このときLには大きさ (エ) ［A］の電流が流れている。

スイッチSを開き，Cを充電する。このときCが蓄えている静電エネルギーを W［J］とする。再びSを閉じる。Sを閉じてからはじめてCの極板間の電位差が0Vとなる時間を t_0[s]とする。Sを閉じてからの時間を横軸，電流を縦軸として，Lに流れる電流の時間変化のグラフの概形を解答図（A）に，Cが蓄える電荷の時間変化のグラフの概形を解答図（B）にそれぞれ描け。ただし，電流は図の矢印の向きを，電荷は左側の極板に正の電荷がたまった状態を正の向きとする。

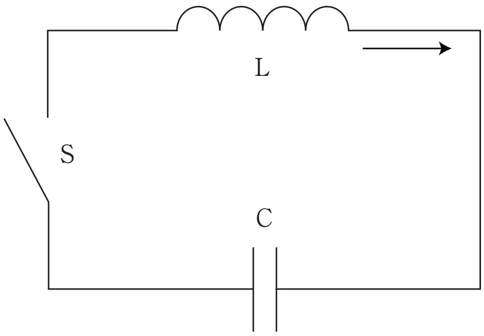


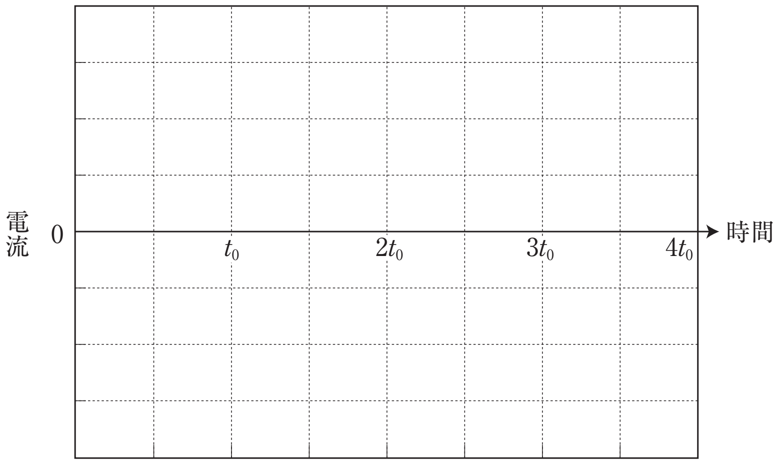
図1

©RECRUIT HOLDINGS

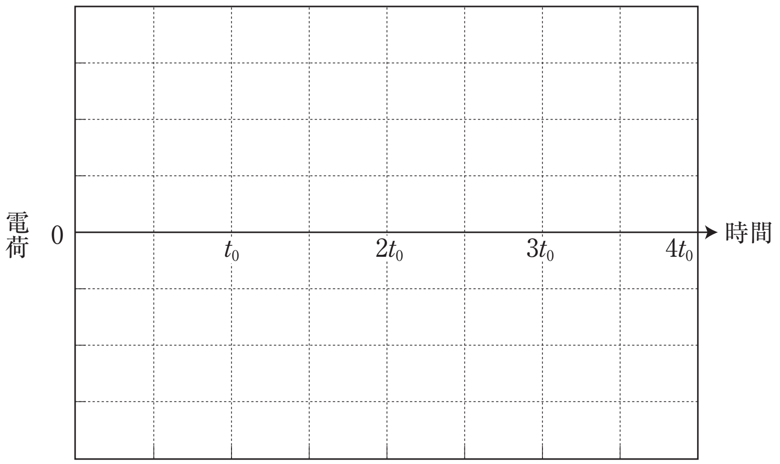
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。



解答図(A)



解答図(B)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

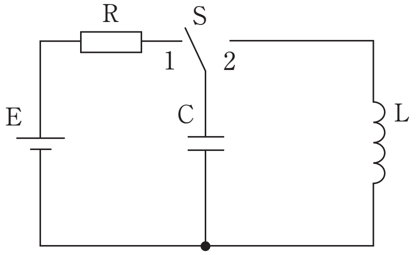
< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 20 講　確認テスト

次の問いの答えをそれぞれの解答群のうちから一つずつ選べ。ただし，有効数字を３桁とし，４桁目を四捨五入せよ。必要なら円周率は $\pi = 3.14$ とせよ。

図に示す回路において，S はスイッチ，E は内部抵抗が無視できる起電力が 10.0V の電池，R は抵抗値が 5.00 Ω の抵抗，C は電気容量が 50.0μF のコンデンサー，L は自己インダクタンスが 2.00H のコイルである。はじめ，C には電荷はたくわえられていない。



A. スイッチ S を１側に倒すと，電流が流れてコンデンサー C が充電される。

問１　S を倒した直後において，R に流れる電流は［ア］A，C の両端の電位差は［イ］V である。

［ア］の解答群

① 0.00　② 0.500　③ 2.00　④ 5.00
⑤ 10.0　⑥ 50.0

［イ］の解答群

① 0.00　② 0.500　③ 2.50　④ 3.00
⑤ 5.00　⑥ 10.0

問２　S を倒して十分に時間が経った後，R に流れる電流は［ウ］A，C の両端の電圧は［エ］V である。

［ウ］の解答群

① 0.00　② 0.500　③ 2.00　④ 5.00
⑤ 10.0　⑥ 50.0

［エ］の解答群

① 0.00　② 0.500　③ 2.50　④ 3.00
⑤ 5.00　⑥ 10.0

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　S を倒して十分に時間が経った後，C にたくわえられる電気量は[オ]C，静電エネルギーは[カ]J である。

[オ]の解答群

① 2.50×10^{-4}　② 5.00×10^{-4}　③ 5.00×10^{-3}　④ 2.50×10^{2}
⑤ 5.00×10^{2}

[カ]の解答群

① 2.50×10^{-5}　② 2.50×10^{-4}　③ 5.00×10^{-4}　④ 2.50×10^{-3}
⑤ 5.00×10^{-3}

B. 次にスイッチ S を２側に倒すと，コンデンサー C とコイル L の間でエネルギーのやりとりが行われ，回路に電気振動が生じる。

問４　電気振動が起きているとき，L にたくわえられるエネルギーの最大値は[キ]J となる。

① 5.00×10^{-5}　② 2.50×10^{-3}　③ 5.00×10^{-3}　④ 10.0
⑤ 20.0

問５　電気振動が起きているとき，L に流れる電流の最大値は[ク]A である。

① 2.50×10^{-4}　② 7.07×10^{-4}　③ 3.54×10^{-2}　④ 5.00×10^{-2}
⑤ 0.354

問６　この電気振動の周波数は[ケ]Hz である。

① 1.59　② 6.40　③ 10.0　④ 15.9
⑤ 31.8

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　交流

1

以下の説明文を読み，後の問いに答えなさい。

図１の回路図に示すように，電気容量 C［F］のコンデンサー，自己インダクタンス L［H］のコイル，電気抵抗 R［Ω］の抵抗，および交流電源を接続し，交流電源の電圧を $V=V_0\sin\omega t$［V］とした。ここで，V_0 は交流電圧の最大値である。コンデンサー，コイル，抵抗に流れる電流は，図中に示したように，それぞれ I_C［A］，I_L［A］，I_R［A］とする。

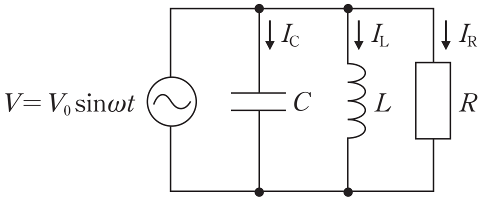


図1　回路図

(1)　以下の空欄に適切な式，数値または語句を書き入れなさい。

交流電圧の角周波数は ω［rad/s］であるから，この交流電圧の周期 T［s］は，［ア］となる。コンデンサーに流れる電流 I_C の位相はコンデンサーの両端に加わる交流電圧の位相よりも［イ］進み，コイルに流れる電流 I_L の位相はコイルの両端に加わる交流電圧の位相より［ウ］遅れる。したがって，コンデンサーに流れる電流 I_C とコイルに流れる電流 I_L の位相差は，［エ］となる。つまり，I_C と I_L の２つの電流の向きは各時刻において常に［オ］向きとなっている。一方，抵抗に流れる電流 I_R の位相と抵抗の両端に加わる交流電圧の位相の差は，［カ］である。

図１の回路では，I_C の最大値は［キ］であり，I_L の最大値は［ク］である。ここで，I_C と I_L の最大値が等しいときには，$I_C+I_L=$［ケ］となる。このときの交流電源の周波数は共振周波数と呼ばれる。図１の回路の共振周波数を f_0［Hz］とすると，f_0 は，コンデンサーの電気容量 C およびコイルの自己インダクタンス L と関係があり，$f_0=$［コ］で表される。

(2)　図１の回路において，コンデンサーの電気容量を $C=10\mu$F，コイルの自己インダクタンスを $L=4.0$mH としたときの共振周波数 f_0［Hz］を計算し，f_0 の値を有効数字２桁で示しなさい。

(3)　図１の回路において，コンデンサーの電気容量を $C=10\mu$F としたまま，コイルの自己インダクタンスを $L=40$mH とした。また，交流電源の電圧の最大値を $V_0=200$V，角周波数を $\omega=1.0\times10^3$rad/s とした。このときの I_C［A］と I_L［A］の最大値を，有効数字２桁で求めなさい。

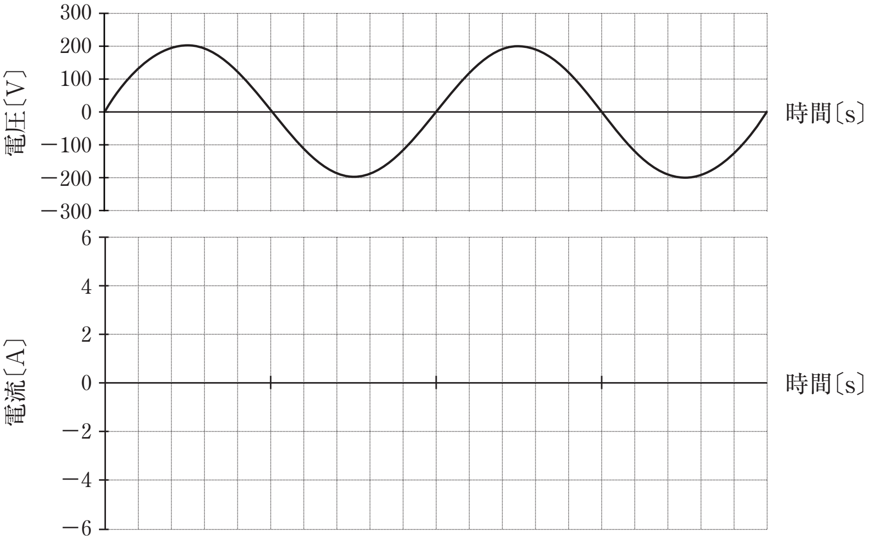
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(4)　(3)の計算によって求めたコンデンサーに流れる電流 I_C とコイルに流れる電流 I_L の波形を，次図中にそれぞれ書き入れなさい。交流電源の電圧波形を示しているので，この波形を参考にしなさい。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

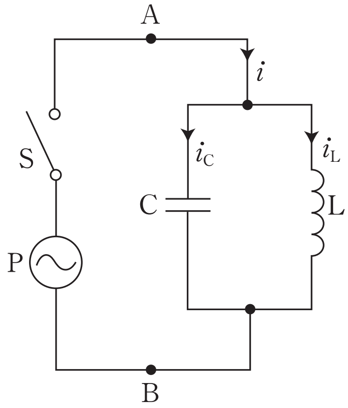
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　確認テスト



次の文中の[　　]に入れるのに最も適当なものを解答群の中から選べ（同じものを何回選んでもよい）。

電圧が $V\sin\omega t$〔V〕（V〔V〕は最大値，ω〔rad/s〕は角振動数，t〔s〕は時間）で表される交流電源Pにインダクタンスが L〔H〕のコイルL，電気容量が C〔F〕のコンデンサーC，スイッチSを図のように接続した。P，L，Cを流れる電流をそれぞれ i，i_L，i_C〔A〕とし，はじめSは閉じられているものとする。

(1)　交流に対してコイルは抵抗の役割をし，これを[ア]といい[イ]〔Ω〕で表される。電流の位相は電圧より[ウ]〔rad〕だけ遅れるので

$i_L=$ [エ]〔A〕

で表される。同様に交流に対してコンデンサーも抵抗の役割をし，その値は[オ]〔Ω〕であり，電流の位相は電圧より[カ]〔rad〕だけ進むので

$i_C=$ [キ]〔A〕

である。i は i_L と i_C の和で

$i=$ [ク]〔A〕　……①

と表される。

(2)　交流電源の角振動数を変えていき，$i=0$ となる角振動数を ω_r〔rad/s〕とすると，式①より $\omega_r=$ [ケ]〔rad/s〕である。この状態のときSを開いた。このとき i_C を L，C，V，t で表すと

$i_C=$ [コ]〔A〕

である。したがって図のAB間の電圧は $V\sin\frac{1}{\sqrt{LC}}t$〔V〕となる。

〔(ア)の解答群〕

①　自己インダクタンス　　②　自己誘導　　③　磁束密度　　④　リアクタンス　　⑤透磁率

〔(イ)の解答群〕

①　ωL　　②　$\frac{1}{\omega L}$　　③　$\frac{\omega}{L}$　　④　$\frac{L}{\omega}$　　⑤　ωL^2

〔(ウ)，(カ)の解答群〕

①　$\frac{\pi}{6}$　　②　$\frac{\pi}{4}$　　③　$\frac{\pi}{2}$　　④　π　　⑤　2π　　⑥　0

〔(エ)の解答群〕

①　$\omega LV\cos\omega t$　　②　$\frac{V}{\omega L}\cos\omega t$　　③　$-\omega LV\cos\omega t$

④　$-\frac{V}{\omega L}\cos\omega t$　　⑤　$-\frac{\omega V}{L}\cos\omega t$　　⑥　$\omega L^2V\cos\omega t$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔(オ)の解答群〕

① ωC　② $\dfrac{1}{\omega C}$　③ $\dfrac{\omega}{C}$　④ $\dfrac{C}{\omega}$　⑤ ωC^2

〔(キ)の解答群〕

① $\omega CV\cos\omega t$　② $\dfrac{V}{\omega C}\cos\omega t$　③ $-\omega CV\cos\omega t$

④ $-\dfrac{V}{\omega C}\cos\omega t$　⑤ $-\omega C^2V\cos\omega t$

〔(ク)の解答群〕

① $\omega V(C-L)\cos\omega t$　② $\omega V(L-C)\cos\omega t$　③ $\dfrac{V}{\omega}\left(\dfrac{1}{L}-\dfrac{1}{C}\right)\cos\omega t$

④ $\omega V\left(\dfrac{1}{C}-\dfrac{1}{L}\right)\cos\omega t$　⑤ $V\left(\omega C-\dfrac{1}{\omega L}\right)\cos\omega t$　⑥ $V\left(\dfrac{1}{\omega C}-\omega L\right)\cos\omega t$

〔(ケ)の解答群〕

① $\sqrt{LC}$　② LC　③ $\dfrac{1}{LC}$　④ $\sqrt{\dfrac{L}{C}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{C}{L}}$　⑥ $\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

〔(コ)の解答群〕

① $V\sqrt{\dfrac{C}{L}}\cos\left(\dfrac{t}{\sqrt{LC}}\right)$　② $V\sqrt{\dfrac{L}{C}}\cos\left(\sqrt{\dfrac{C}{L}}\,t\right)$　③ $\dfrac{1}{\sqrt{LC}}\cos\left(\dfrac{t}{\sqrt{LC}}\right)$

④ $V\sqrt{LC}\cos(\sqrt{LC}\,t)$　⑤ $VLC\cos(LCt)$　⑥ $\dfrac{V}{LC}\cos\left(\dfrac{t}{LC}\right)$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　熱力学１

1

200g の銅でできた熱量計がある。水の比熱を 4J/g･K，銅の比熱を 0.4J/g･K として，次の文の[　　]の中に，適当な数値を入れなさい。

この熱量計に 150g の水を入れると，19℃で熱平衡に達した。この中に 100℃の 75g の金属球を入れると熱量計は 24℃で熱平衡に達した。この熱量計の銅部分の熱容量は[ア] J/K である。金属球を入れたのち熱平衡に達するまでに，熱量計内の水が得た熱量は[イ] J で，金属球が失った熱量は[ウ] J である。したがって金属球の比熱は[エ] J/（g･K）である。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

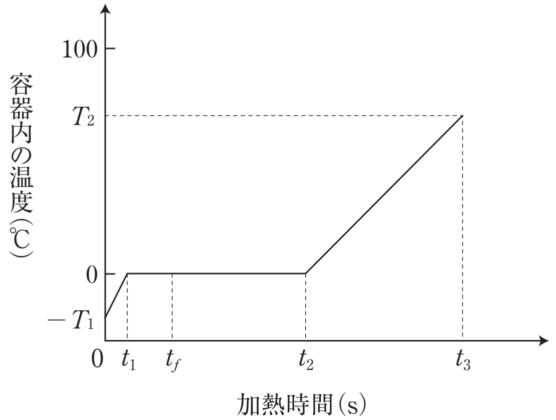
＜ Note ＞

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

断熱された容器の中に，$-T_1$［℃］の氷が m［g］入っている。この容器を一定電力で加熱を開始したところ，容器内の温度は図に示すような温度変化をして，t_1［s］後には0℃となった後，しばらく温度は一定となった。加熱開始 t_2［s］後には，氷は完全に溶けて水になり，再び温度が上昇し始め，加熱開始 t_3［s］後には T_2［℃］になった。ただし，容器からの熱の出入りはなく，容器の熱容量は無視できるものとし，水の比熱は C_w［J/(g･K)］とする。また，全ての過程は1気圧のもとで行われているものとし，水の蒸発は無視できるものとして以下の問いに答えよ。答えは t_1，t_2，t_3，t_f，T_1，T_2，m，C_w を用いて表せ。



図

(1)　完全に氷が溶けた後の水 m［g］の温度が，0℃から T_2［℃］まで上昇する間に与えられた熱量 Q［J］を求めよ。

(2)　この加熱の電力 P［W］を求めよ。

(3)　0℃において，氷1gを完全に溶かして水にするのに必要な熱量 q［J］を求めよ。

(4)　氷の比熱 C_i［J/(g･K)］は，C_w［J/(g･K)］の何倍かを求めよ。

(5)　加熱開始 t_f［s］後に，この容器の中に残っている氷の質量 n［g］を求めよ。ただし，$t_1 < t_f < t_2$ とする。

©RECRUIT HOLDINGS

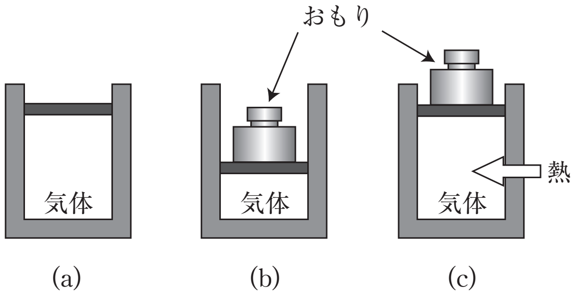
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3

図(a)のように，なめらかに動くピストンがついた容器に理想気体を封入したところ，気体の圧力は P_0［Pa］，体積は V_0［m^3］，温度は T_0［K］であった。温度を一定に保ちながらピストンにおもりを載せたところ，図1(b)のように体積は $\frac{V_0}{2}$［m^3］となった。次に，図1(c)のように，気体に熱を加えて体積 V_0 にもどしたところ，気体の温度はいくらになったか。



図

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　確認テスト

熱容量が80J/Kの容器に質量が200gの水がはいっており，水と容器全体の温度が60℃になっている。今，その容器の中に0℃の氷を入れたところ，氷が全部とけて40℃の一様な温度の水になった。水の比熱を4.2J/(g･K)とすると，このとき200gの水の失った熱量は[1]Jであり，容器の失った熱量は[2]Jである。最初にいれた氷の質量をxg，氷の融解熱を336J/gとすると，氷が0℃の水になるのに必要な熱量は[3]Jであり，氷がとけた後の0℃の水が40℃の水になるのに必要とされる熱量が[4]Jである。したがって，熱が逃げないものとすると，最初に容器に入れた0℃の氷の質量は[5]gである。

[1]の解答群
①　4200　②　6800　③　9800　④　12800　⑤　16800

[2]の解答群
①　800　②　1600　③　2400　④　3200　⑤　4000

[3]の解答群
①　$80x$　②　$168x$　③　$200x$　④　$280x$　⑤　$336x$

[4]の解答群
①　$80x$　②　$168x$　③　$200x$　④　$280x$　⑤　$336x$

[5]の解答群
①　16.5　②　28.5　③　36.5　④　42.5　⑤　52.5

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　熱力学2

1

理想気体について，次の［　　　］に適当な語句，式，または数値を記入しなさい。

気体の体積を一定に保ったまま，加熱または冷却して，気体の温度や圧力を変える過程を［語句①］変化という。気体に熱量 Q［J］を与えても体積は変化しないので，気体が外部にする仕事 W' は［数値②］［J］であり，熱力学第1法則から気体の内部エネルギーの増加量は［式③］［J］に等しい。

温度が一定なままで起こる気体の状態の変化を［語句④］変化という。気体を［語句④］膨張させるには，気体が外部に仕事をすることにより失うエネルギー W'［J］を，外部から熱量［式⑤］［J］加えることにより補わなければならない。

熱の出入りなしで起こる気体の状態の変化を［語句⑥］変化という。気体が［語句⑥］膨張するとき，気体は外部に仕事をするので内部エネルギーは［語句⑦］する。

圧力が一定なままで起こる気体の状態の変化を［語句⑧］変化という。ピストンを外から一定の力で抑えながら熱量 Q［J］(>0) を加えると，気体はピストンを押し，外部に仕事をしながら［語句⑨］する。このとき，気体が外部にする仕事を W'［J］とすれば，気体が外部からされる仕事は［式⑩］［J］となるので，熱力学第1法則から気体の内部エネルギーの増加量は［式⑪］［J］に等しい。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

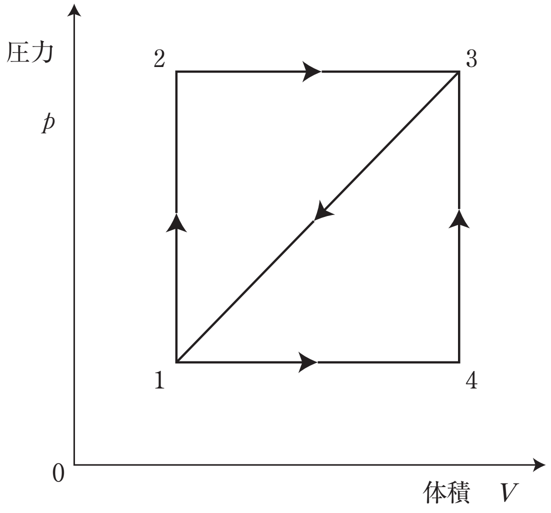
< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

ある単原子分子理想気体が図に示す過程を行うとき，以下の問いに答えよ。ただし，熱量は気体に流れ込むときを正値，気体から流れ出るときを負値とする。仕事に関しては，気体が外に対してする場合を正値，気体が外からされる場合を負値とする。



(1) 気体が一つの状態から別の状態に変化する場合の内部エネルギー変化を ΔU，気体に流入する熱量を Q，気体がした仕事を W とするとき，ΔU と Q と W の関係を記せ。

(2) 気体が経路 1 → 2 → 3 を通り変化するとき，気体に 115J の熱量が流れ込み，40J の仕事をした。状態 1 から状態 3 への内部エネルギー変化はいくらか。

(3) 次に，気体が経路 1 → 4 → 3 を通り変化するとき，気体がした仕事は 20J であった。気体に出入りする熱量はいくらか。

(4) 状態 1 から状態 4 への内部エネルギー変化を 30J とするとき，過程 1 → 4 で出入りする熱量はいくらか。また，過程 4 → 3 で出入りする熱量はいくらか。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

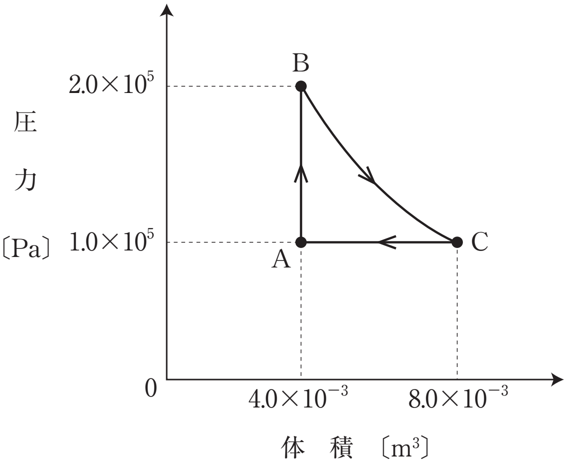
3

次の文章中の空欄①は語句で埋め，②〜⑦については数値で埋めなさい。

自動車のガソリンエンジンや蒸気機関のように，連続的に動き，熱を仕事に変換する装置を（　①　）という。

なめらかに動くピストンをつけた円筒容器の中に，温度300K，圧力 1.0×10^5Paの単原子分子の理想気体が入り，体積が 4.0×10^{-3}m^3 になっている。このときの気体の状態をAとして，下の $p-V$ 図で示すように気体の状態を変化させた。A→Bは定積変化，B→Cは等温変化，C→Aは等圧変化である。B→Cでは，気体の温度を一定に保つようにピストンを操作しながら，気体に 5.5×10^2J の熱量を与えた。このとき，状態B，Cの温度は（　②　）［K］，A→Bでの内部エネルギーの変化は（　③　）［J］，A→Bで気体が外部から得た熱量は（　④　）［J］である。また，B→Cで気体はピストンに（　⑤　）［J］の仕事をし，C→Aでは（　⑥　）［J］の仕事をされた。

このサイクルを（　①　）とみなしたとき，1サイクルにおける熱効率を有効数字2桁（けた）で求めると（　⑦　）となる。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

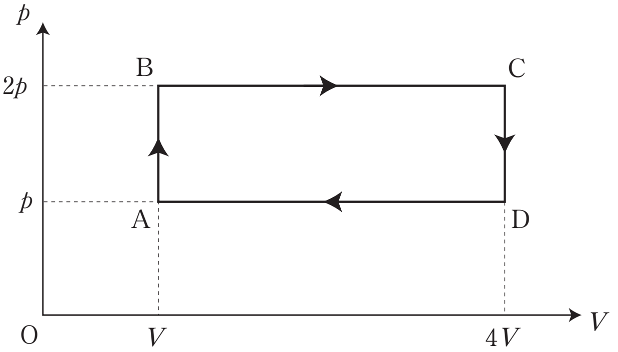
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　確認テスト

次の文の[1]〜[7]に入れるのに最も適した答を，それぞれの解答群の中から一つずつ選べ。

理想気体を閉じ込めたシリンダーを持つ熱機関が，図のような経路に沿って周期運動（A→B→C→D→A）をしている。シリンダー内のピストンは滑らかに動くものとする。A点での気体の圧力，体積，絶対温度は，それぞれ，p，V，T_A である。



(1)　B，C，D点での絶対温度は，それぞれ，[1]，[2]，[3]である。

[1]，[2]，[3]の解答群

(ア)　$\frac{1}{2}T_A$　(イ)　T_A　(ウ)　$\frac{5}{3}T_A$　(エ)　$2T_A$
(オ)　$3T_A$　(カ)　$4T_A$　(キ)　$5T_A$　(ク)　$6T_A$
(ケ)　$7T_A$　(コ)　$8T_A$

(2)　経路A→B，B→C，C→D，D→Aにおいて，気体に与えたり奪ったりする熱量の絶対値をそれぞれ，Q_{AB}，Q_{BC}，Q_{CD}，Q_{DA} とし，経路B→C，D→Aにおいて，ピストンが気体にする，または気体がピストンにする仕事の絶対値を，それぞれ，W_{BC}，W_{DA} とする。経路A→Bにおける気体の内部エネルギーの増加 $\varDelta U_{AB}$ は[4]である。同様に，他の経路についての内部エネルギーの増加は，それぞれ，$\varDelta U_{BC}=$[5]であり，$\varDelta U_{CD}=$[6]であり，$\varDelta U_{DA}=$[7]である。

[4]，[5]の解答群

(ア)　Q_{AB}　(イ)　$-Q_{AB}$　(ウ)　Q_{BC}　(エ)　$-Q_{BC}$
(オ)　$Q_{BC}+W_{BC}$　(カ)　$Q_{BC}-W_{BC}$　(キ)　$-Q_{BC}+W_{BC}$　(ク)　$-Q_{BC}-W_{BC}$

[6]，[7]の解答群

(ア)　Q_{CD}　(イ)　$-Q_{CD}$　(ウ)　Q_{DA}　(エ)　$-Q_{DA}$
(オ)　$Q_{DA}+W_{DA}$　(カ)　$Q_{DA}-W_{DA}$　(キ)　$-Q_{DA}+W_{DA}$　(ク)　$-Q_{DA}-W_{DA}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3)　一周期の間に気体が吸収した熱量の合計は［8］である。また，気体が外にした仕事は［9］である。この場合の熱機関の効率は［10］である。

［8］の解答群

(ア)　$Q_{AB}+Q_{BC}$　(イ)　$Q_{AB}-Q_{BC}$　(ウ)　$Q_{CD}+Q_{DA}$　(エ)　$Q_{CD}-Q_{DA}$

(オ)　$Q_{BC}-Q_{AB}$　(カ)　$Q_{DA}-W_{CD}$

［9］の解答群

(ア)　$W_{BC}+W_{DA}$　(イ)　$W_{BC}-W_{DA}$　(ウ)　$-W_{BC}+W_{DA}$　(エ)　$-W_{BC}-W_{DA}$

［10］の解答群

(ア)　$\frac{W_{BC}-W_{DA}}{Q_{AB}+Q_{BC}}$　(イ)　$\frac{-W_{BC}+W_{DA}}{Q_{AB}+Q_{BC}}$　(ウ)　$\frac{W_{BC}-W_{DA}}{Q_{AB}-Q_{BC}}$　(エ)　$\frac{-W_{BC}+W_{DA}}{Q_{AB}-Q_{BC}}$

(オ)　$\frac{W_{BC}-W_{DA}}{Q_{CD}+Q_{DA}}$　(カ)　$\frac{-W_{BC}+W_{DA}}{Q_{CD}+Q_{DA}}$　(キ)　$\frac{W_{BC}-W_{DA}}{-Q_{CD}+Q_{DA}}$　(ク)　$\frac{-W_{BC}+W_{DA}}{-Q_{CD}+Q_{DA}}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　原子と原子核

1　次の文中の空欄に当てはまる語句，記号を答えよ。

原子は原子核と[1]から構成されている。原子核は原子の質量の大部分をになっていて[2]の電荷をもつ粒子である。一方，[1]は[3]の電荷をもっており，そのため[4]力で原子核と引きあい，そのまわりをまわっている。原子核は[5]と[6]から構成されている。[6]は電荷をもたず，原子核の電荷はすべて[5]がになっている。[5]と[6]の質量はほぼ等しい。

原子の原子番号Zは，その原子の原子核中の[5]の数Zに等しい。したがって，中性の原子の中では，原子核のまわりを[7]個の[1]がまわっている。また，[6]の数Nと[5]の数Zとの和を，原子核の質量数といいAで表す。原子番号Zが同じでNが異なる原子核をもつ原子を互いに[8]という。[8]どうしは，光のスペクトルや化学的な性質などがほとんど同じである。

原子核の構成を示す記号として，$^{A}_{Z}X$が用いられる。Xは元素記号である。たとえば，通常の酸素の原子核は8個の[5]と8個の[6]からなり，記号[9]で表される。酸素には，このほか質量数が1および2だけ多い[8]があり，それぞれ記号[10]，[11]と表される。

原子核には不安定なものがあり，これらの原子核は放射線を放出してより安定な別の原子核に変わっていく。このように自然に放射線を放出する原子核の性質を[12]という。放出される放射線には，[13]，[14]，[15]の3種類があり，[13]は高速のヘリウム原子核$^{4}_{2}\mathrm{He}$の流れ，[14]は高速の[1]の流れ，[15]は非常に短い波長の[16]である。

原子核として結合していることができる[5]と[6]の総数には上限があり，大きな質量数の原子核はより小さな質量数の原子核に分かれてしまう傾向がある。たとえば，1個の$^{235}_{92}\mathrm{U}$に1個の[6]を衝突させて吸収させると記号[17]で表される[8]ができるが，この原子核はとても不安定で，すぐに2つの原子核に分かれると同時に，いくつかの[6]を放出する。この現象を[18]といい，これに伴ってエネルギーが放出される。放出された[6]は別の$^{235}_{92}\mathrm{U}$に吸収され再び[18]が起こる。このようにして同じ反応が次々と起こることを[19]という。

逆に，質量数の小さな原子核どうしを結合させて，エネルギーを取り出すことができる。このような現象を[20]という。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　確認テスト

［A］

次の文章中の空欄［ア］・［イ］に入れる語の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。

電子が原子核のまわりを円運動していると考えるラザフォードの原子模型では，電子が電磁波を放射して徐々に［ア］を失い，電子の軌道半径が時間とともに小さくなってしまうという問題があった。ボーアはこの問題を解決するために「原子中の電子は，ある条件を満足する円軌道上のみで運動している」という仮説を導入した。このとき，電子はある決まったエネルギーをもち電磁波を放射しない。この状態を定常状態という。

さらに，「電子がある定常状態から別のエネルギーをもつ定常状態に移るとき，その差のエネルギーをもつ１個の［イ］が放出または吸収される」という仮説も導入し，水素原子のスペクトルの説明に成功した。

	ア	イ
①	質量	光電子
②	質量	光子
③	エネルギー	光電子
④	エネルギー	光子
⑤	電荷	光電子
⑥	電荷	光子

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

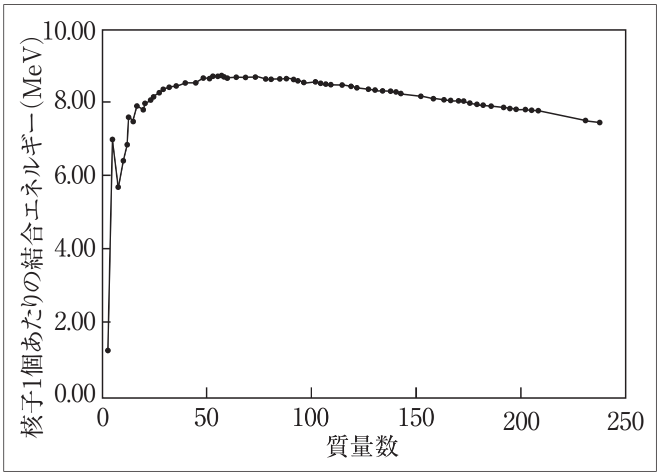
[B]

次の文章を読んで，問1～4に答えなさい。

原子核の質量は，それを構成する核子の質量の和よりも小さいことが知られている。原子番号 Z，質量数 A の原子核の質量を m，陽子の質量を m_p，中性子の質量を m_n とすると，質量欠損 $\varDelta m$ は次式で表される。

$$\varDelta m = \boxed{\text{a}}\, m_p + \boxed{\text{b}}\, m_n - m \qquad (1)$$

アインシュタインの相対性理論によれば，質量とエネルギーは等価であり，失われた質量 $\varDelta m$ は結合エネルギーとして核子を結びつけるために使われたと考えられる。図は核子一個あたりの結合エネルギーが質量数によって違うことを表している。核子一個あたりの結合エネルギーは質量数が60前後で最大となる。質量数がそれより大きい原子核は核分裂によってエネルギーを解放する。一方，質量数がそれより小さい原子核は核融合によってエネルギーを解放する。



問1　式(1)の空欄 $\boxed{\text{a}}$ と $\boxed{\text{b}}$ に入る適当な記号の組を1つ選び，記号で答えなさい。

	a	b
①	Z	Z
②	Z	A
③	Z	$A-Z$
④	A	Z
⑤	A	A
⑥	A	$Z-A$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　光速を c とするとき，核子一個あたりの結合エネルギーを与える式として適当なものを1つ選び，記号で答えなさい。

①　Δmc^2　　②　$\dfrac{1}{2}\Delta mc^2$　　③　$\dfrac{\Delta mc^2}{A}$

④　$\dfrac{\Delta mc^2}{2A}$　　⑤　$\dfrac{\Delta mc^2}{Z}$　　⑥　$\dfrac{\Delta mc^2}{2Z}$

問3　${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ が放射性崩壊を繰り返して ${}^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ になるまでには α 崩壊が［ア］回と β 崩壊が［イ］回起こる。空欄［ア］，［イ］に入る適当な数字の組を1つ選び，記号で答えなさい。

①　［a］16　［b］10
②　［a］10　［b］16
③　［a］10　［b］8
④　［a］8　［b］10
⑤　［a］6　［b］8
⑥　［a］8　［b］6

問4　現在の地球上での ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ と ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ の存在割合はそれぞれ99.3%と0.7%である。簡単のためにそれぞれ99%と1%存在するとし，${}^{238}_{92}\mathrm{U}$ と ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ の半減期がそれぞれ45億年と9億年であり，地球が45億年前に誕生したとすると，地球が誕生した時の ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ の存在割合は約［ウ］である。空欄［ウ］に入る最も適当なものを1つ選び，記号で答えなさい。

①　1%　　②　5%　　③　14%　　④　19%　　⑤　32%　　⑥　81%

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

テキスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 13 講　電荷とクーロンの法則

1

(1)　(ウ)　(2)　(オ)　(3)　(ウ)

2

(1)　$k\dfrac{q^2}{l^2}$ [N]

(2)　$l\sqrt{\dfrac{mg}{k}}$ [C]

3

(1)　2 倍

(2)　1 倍

(3)　$\dfrac{5}{2}$ 倍

(4)　$\dfrac{5}{2}$ 倍

(5)　$\sqrt{5}$ 倍

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

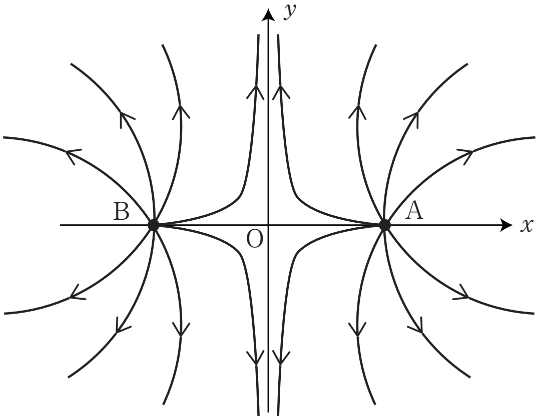
第 14 講　電場と電位

1

[1]　①　$\dfrac{kq}{L^2}$　　②　ア　　③　$\dfrac{kq}{L}$

[2]　④　ア　　⑤　イ

電気力線の様子　次図



[3]　⑥　ウ　　⑦　$\dfrac{\sqrt{3}\,kqQ}{4L^2}$　　⑧　$\dfrac{kqQ}{L}$

[4]　⑨　$\sqrt{\dfrac{2kqQ}{mL}}$

[5]　⑩　$\dfrac{1}{2}mv_0{}^2-\dfrac{kqQ}{L}$　　⑪　$\sqrt{\dfrac{2kqQ}{mL}}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 15 講　回路 1

1

(1)　⑤

(2)　⑥

(3)　⑧

(4)　④

(5)　②

(6)　⑧

2

$I_1=7$［A］, $I_2=1$［A］, $I_3=8$［A］

3

(1)　$e\dfrac{V}{l}=kv$

(2)　$I=enSv$

(3)　$V=\dfrac{kl}{e^2nS}I$

(4)　$\dfrac{k}{e^2n}$［Ω·m］

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 16 講　コンデンサー

1

ア：①　イ：③　ウ：⑨　エ：⑤　オ：⑦　カ：⑥　キ：⑤

2

［A］（1）$E_1=\dfrac{Q}{\varepsilon_0 S}$［V/m］，$V_1=\dfrac{Qd}{\varepsilon_0 S}$［V］，$C_1=\dfrac{\varepsilon_0 S}{d}$［F］

（2）$E_2=\dfrac{Q}{\varepsilon_0 S}$［V/m］，$E_3=0$［V/m］

（3）$V_2=\dfrac{Q(d-a)}{\varepsilon_0 S}$［V］，右図 1

（4）$C_2=\dfrac{\varepsilon_0 S}{d-a}$［F］

［B］（5）（b）

（6）（c）

（7）右図 2

図1

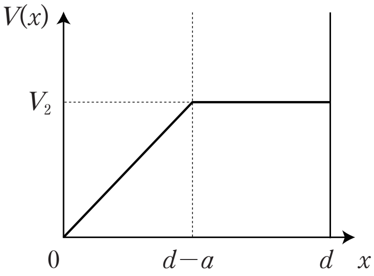
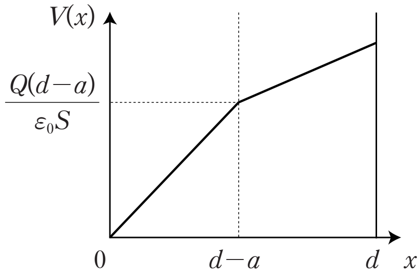


図2



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　回路2

1

問1　(1)　$Q_1 = 1.8 \times 10^{-4}$ [C]

(2)　$V_2 = 90$ [V]

(3)　$U_2 = 8.1 \times 10^{-3}$ [J]

問2　(1)　$V_2' = 30$ [V]

(2)　$Q_2' = 6.0 \times 10^{-5}$ [C]

(3)　$U_2' = 9.0 \times 10^{-4}$ [J]

(4)　$Q_3' = 1.2 \times 10^{-4}$ [C]

(5)　$U_3' = 1.8 \times 10^{-3}$ [J]

問3　$\varDelta U = 5.4 \times 10^{-3}$ [J]

説明…$\varDelta U$はRのような回路の抵抗で発生するジュール熱として消費される。

2

問1　$V_{\mathrm{d}} = \dfrac{1}{3}E$

問2　$I = \dfrac{E}{3R}$

問3　$V_{\mathrm{d}}' = \dfrac{2}{3}E$

問4　$Q = CE$

3

b

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 18 講　磁場と Lorentz 力

1

1：①　2：④　3：②　4：③　5：⑤　6：⑥　7：⑥　8：①　9：⑥

2

［A］

問１　⑴　㈠
　　　⑵　㈦
問２　㈢

［B］

問３　⑴　㈣
　　　⑵　㈤
問４　⑴　㈢
　　　⑵　㈦
問５　㈤
問６　㈠
問７　⑴　㈣
　　　⑵　㈢
問８　㈠

ⓒRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　電磁誘導

1

[A]

(1)　$\pi r^2 B$

(2)　$\pi r^2 \dfrac{\Delta B}{\Delta t}$

(3)　Iの向き：b，Iの大きさ：$\dfrac{\pi r^2}{R}\cdot\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$

[B]

④

2

(1)　Blv_0

(2)　$\dfrac{Blv_0}{r}$

(3)　$\dfrac{B^2 l^2 {v_0}^2}{r}$

(4)　力の大きさ：$\dfrac{B^2 l^2 v_0}{r}$　　仕事率：$\dfrac{B^2 l^2 {v_0}^2}{r}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　コイル

1

［1］　問1　(ア)　問2　(ア)

［2］　問3　(ウ)　問4　(エ)

［3］　問5　(イ)　問6　(ウ)　問7　(エ)　問8　(エ)　問9　(イ)

2

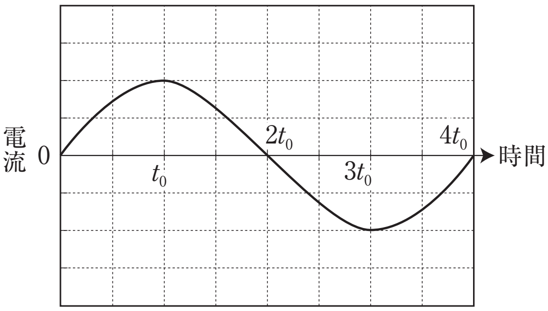
(ア)　$\frac{1}{2}CV^2$

(イ)　$\frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$

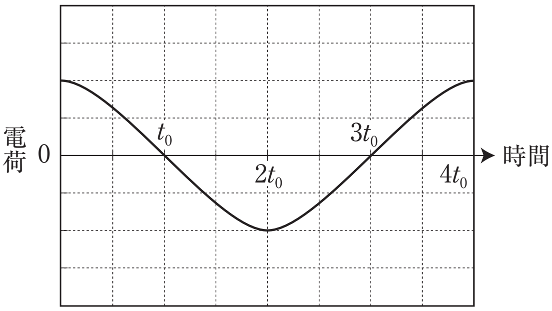
(ウ)　$\frac{3}{8}CV^2$

(エ)　$\frac{V}{2}\sqrt{\frac{3C}{L}}$

解答図(A)



解答図(B)



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 21 講　交流

1

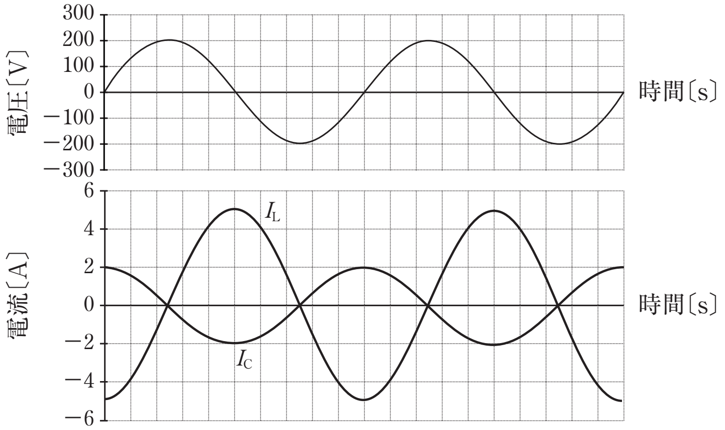
(1)　ア：$\dfrac{2\pi}{\omega}$　イ：$\dfrac{\pi}{2}$　ウ：$\dfrac{\pi}{2}$　エ：π　オ：逆

カ：0　キ：ωCV_0　ク：$\dfrac{V_0}{\omega L}$　ケ：0　コ：$\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

(2)　8.0×10^2［Hz］

(3)　I_L の最大値は 5.0［A］，I_C の最大値は 2.0［A］

(4)　次図の下側



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 22 講　熱力学１

1

ア：80　イ：3000　ウ：3400　エ：0.60

2

(1)　$Q=mC_wT_2$ ［J］

(2)　$P=\dfrac{mC_wT_2}{t_3-t_2}$ ［W］

(3)　$q=C_wT_2\dfrac{t_2-t_1}{t_3-t_2}$ ［J］

(4)　$\dfrac{C_i}{C_w}=\dfrac{T_2t_1}{T_1(t_3-t_2)}$

(5)　$n=m-\dfrac{m(t_f-t_1)}{t_2-t_1}$ ［g］

3

$2T_0$

ⓒRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　熱力学2

1

① 定積　② 0　③ Q　④ 等温　⑤ W'　⑥ 断熱
⑦ 減少　⑧ 定圧　⑨ 膨張　⑩ $-W'$　⑪ $\Delta U=Q-W'$

2

(1) $\Delta U=Q-W$

(2) 75［J］

(3) 95［J］

(4) 過程1→4　50［J］　過程4→3　45［J］

3

① 熱機関　② 600　③ 600　④ 600
⑤ 550　⑥ 400　⑦ 0.13

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　原子と原子核

1

(1)	電子	(2)	正	(3)	負	(4)	静電気	(5)	陽子
(6)	中性子	(7)	Z	(8)	同位体	(9)	$^{16}_{8}\mathrm{O}$	(10)	$^{17}_{8}\mathrm{O}$
(11)	$^{18}_{8}\mathrm{O}$	(12)	放射能	(13)	α 線	(14)	β 線	(15)	γ 線
(16)	電磁波	(17)	$^{236}_{92}\mathrm{U}$	(18)	核分裂	(19)	連鎖反応	(20)	核融合

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

確認テスト解答

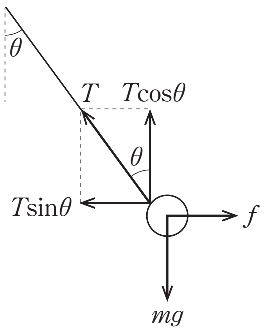
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 13 講　確認テスト

【解答】

(a)　⑥　(b)　①　(c)　③　(d)　②　(e)　⑥

【解説】



(a)　$f = k\dfrac{q^2}{\left(\dfrac{6}{5}l\right)^2} = \underline{\dfrac{25kq^2}{36l^2}}$

(b)　mg

(c)　水平方向の力のつりあいの式は

$$\underline{T\sin\theta = f}$$

$$\therefore \quad T\sin\theta = \frac{25kq^2}{36l^2} \quad \text{— Ⓐ}$$

(d)　鉛直方向の力のつりあいの式は

$$\underline{T\cos\theta = mg} \quad \text{— Ⓑ}$$

(e)　Ⓐ÷Ⓑより

$$\tan\theta = \frac{25kq^2}{36l^2mg}$$

$$q^2 = \frac{36l^2mg\tan\theta}{25k}$$

$$\therefore \quad q = \underline{\frac{6l}{5}\sqrt{\frac{mg}{k}\tan\theta}}$$

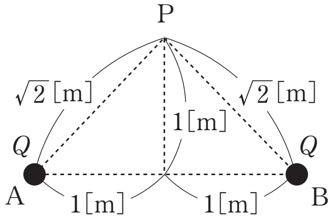
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 14 講　確認テスト

【解答】

ア ②　イ ③　ウ ②　エ ②　オ ③

【解説】



ア　$\sqrt{2}$［m］

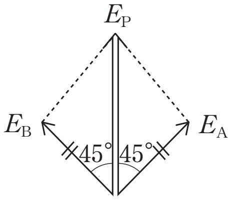
イ　$E_A = E_B = k\dfrac{Q}{r^2}$

$= 9 \times 10^9 \times \dfrac{1 \times 10^{-8}}{(\sqrt{2})^2}$

$= 4.5 \times 10$

$=$ 45［V/m］

ウ　$E_P = E_A \times 2\cos 45°$



$= 45 \times \dfrac{2}{\sqrt{2}}$

$=$ $45\sqrt{2}$［V/m］

エ　$V_A = V_B = k\dfrac{Q}{r} = 9 \times 10^9 \times \dfrac{1 \times 10^{-8}}{\sqrt{2}} =$ $45\sqrt{2}$［V］

オ　$V_P = V_A + V_B =$ $90\sqrt{2}$［V］

ⓒRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　確認テスト

【解答】

ア ⑦　イ ㉒　ウ ⑦　エ ㉚

【解説】

ア　R_2 で消費される電力が40［W］だから，流れる電流を I_2 として，

$$40 = I_2^2 R_2 \qquad \therefore \quad I_2 = \sqrt{\frac{40}{10}} = \underline{2.0\ [\mathrm{A}]}$$

イ　R_2 にかかる電圧は

$$V_2 = I_2 R_2 = 2.0 \times 10 = 20\ [\mathrm{V}]$$

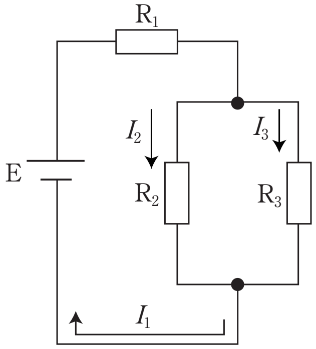
であり，並列だから R_3 にも20［V］がかかる。

よって R_3 を流れる電流 I_3 は

$$I_3 = \frac{V_2}{R_3} = \frac{20}{5.0} = 4.0\ [\mathrm{A}]$$

となる。よって，R_1 を流れる電流 I_1 は

$$I_1 = I_2 + I_3 = 2.0 + 4.0 = \underline{6.0\ [\mathrm{A}]}$$



ウ　R_3 の消費電力は

$$P_3 = I_3^2 R_3 = 4.0^2 \times 5.0 = 80\ [\mathrm{W}]$$

よって，R_2 の消費電力 $P_2 = 40$［W］と比べ，<u>2倍</u>である。

エ　$E = R_1 I_1 + V_2 = 60 + 20 = \underline{80\ [\mathrm{V}]}$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

【解答】

ア　④　　イ　②　　ウ　⑤　　エ　④　　オ　①

【解説】

(1)　$C = \varepsilon \dfrac{S}{d}$　…（＊）

ア　（＊）で $S \to 2S$ とすると，

$$C' = \varepsilon \frac{2S}{d} = 2C \qquad \therefore\ \underline{2\text{倍}}$$

イ　（＊）で $d \to 2d$ とすると，

$$C'' = \varepsilon \frac{S}{2d} = \frac{1}{2}C \qquad \therefore\ \underline{\frac{1}{2}\text{倍}}$$

ウ　（＊）に数値を代入して，

$$C = 1.0 \times 10^{-10} \times \frac{0.2}{0.1 \times 10^{-3}} = \underline{2.0 \times 10^{-7}\ [\mathrm{F}]}$$

(2)

エ　直列のとき，

$$\frac{1}{C_\mathrm{S}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \qquad \therefore\ \underline{C_\mathrm{S} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}\ [\mathrm{F}]}$$

オ　並列のとき，

$$C_\mathrm{P} = \underline{C_1 + C_2}$$

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 17 講　確認テスト

【解答】

(1)　エ　　(2)　オ　　(3)　ア　　(4)　ア　　(5)　ウ

【解説】

(1)　$I_1 = \dfrac{E}{R_1} = \underline{\dfrac{E}{R}}$

(2)　C_1 と C_2 にかかる電圧は $\dfrac{q}{C}$ だから，キルヒホッフの第 2 法則より，

$$E = I_2R + \frac{q}{C} \qquad \therefore \quad I_2 = \underline{\left(E - \frac{q}{C}\right)\frac{1}{R}}$$

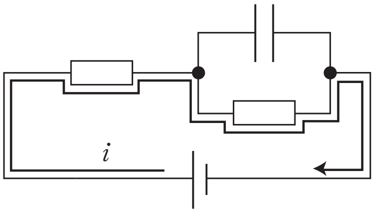
(3)　$U = \dfrac{1}{2}C_1E^2 + \dfrac{1}{2}C_2E^2 = \dfrac{1}{2}(C_1 + C_2)E^2$

$$= \frac{1}{2}(5.0 + 10.0) \times 10^{-9} \times 4.0^2 = \underline{1.2 \times 10^{-7}\ [\mathrm{J}]}$$

(4)　直後：$\dfrac{E}{R_1} = \dfrac{E}{R}$　　充分：$\dfrac{E}{R_1+R_2} = \dfrac{E}{3R}$　　$\therefore$　$\underline{\left(\dfrac{E}{R},\ \dfrac{E}{3R}\right)}$

(5)　充分に時間が経つと，図のように電流 i が流れる。

$$i = \frac{E}{3R}$$



となり，C_1 には

$$R_2 \times i = 2R \times \frac{E}{3R} = \frac{2}{3}E$$

の電圧がかかることになるので，蓄えられた電気量は

$$Q = C \times \frac{2}{3}E = \frac{2}{3}CE$$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 18 講　確認テスト

【解答】

(1)　(ア)　　(2)　(イ)　　(3)　(ウ)

【解説】

(1)　(ア)

(2)　フレミングの左手の法則より(b)の向き

(3)　作用・反作用の関係より，(g)の向きに力を受ける。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 19 講　確認テスト

【解答】

問１　(ア)　問２　(イ)　問３　(ア)　問４　(イ)　問５　(ウ)　問６　(オ)

【解説】

問１　起電力の大きさは，ファラデーの電磁誘導の法則より

$$V = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

問２　$x = v_0 t \qquad \therefore \quad t = \dfrac{x}{v_0}$

問３　$\phi = B_0 \times a \times v_0 t = \underline{B_0 a v_0 t}$

問４　(イ)

問５　起電力の大きさは

$$V = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{B_0 a v_0 \Delta t}{\Delta t} = B_0 a v_0$$

なので，流れる電流の強さは

$$I = \frac{V}{R_0} = \underline{\frac{B_0 a v_0}{R_0}}$$

問６　$F = IB_0 a = \underline{\dfrac{B_0^2 a^2 v_0}{R_0}}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　確認テスト

【解答】

ア　③　　イ　①　　ウ　①　　エ　⑥　　オ　②　　カ　④　　キ　②　　ク　④
ケ　④

【解説】

A

問１　スイッチを入れた直後，コンデンサーは「ただの導線」とみなしてよい。

$$\therefore\quad I=\frac{E}{R}=\frac{10.0}{5.00}=\underline{2.00\ [\mathrm{A}]}_{ア}$$

Cの電位差は $\underline{0.00\ [\mathrm{V}]}_{イ}$

問２　十分に時間が経つと，コンデンサーの充電が完了し，電流は $\underline{0.00\ [\mathrm{A}]}_{ウ}$ となる。

コンデンサーの電位差は $\underline{10.0\ [\mathrm{V}]}_{エ}$

問３　たくわえられた電気量は

$$Q=CE=(50.0\times10^{-6})\times10.0=\underline{5.00\times10^{-4}\ [\mathrm{C}]}_{オ}$$

静電エネルギーは

$$U=\frac{1}{2}CE^2=\frac{1}{2}\times(50.0\times10^{-6})\times10.0^2=\underline{2.5\times10^{-3}\ [\mathrm{J}]}_{カ}$$

B

問４　エネルギー保存則より

$$\frac{1}{2}LI_{\mathrm{Max}}{}^2=\frac{1}{2}CE^2=\underline{2.5\times10^{-3}\ [\mathrm{J}]}_{キ}$$

問５　上式より，

$$I_{\mathrm{Max}}=E\sqrt{\frac{C}{L}}=10.0\times\sqrt{\frac{50.0\times10^{-6}}{2.00}}=\underline{5.00\times10^{-2}\ [\mathrm{A}]}_{ク}$$

問６　$\omega=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ より，

$$f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\times3.14\times\sqrt{2.00\times50.0\times10^{-6}}}\fallingdotseq\underline{15.9\ [\mathrm{Hz}]}_{ケ}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　確認テスト

【解答】

ア	④	イ	①	ウ	③	エ	④	オ	②
カ	③	キ	①	ク	⑤	ケ	⑥	コ	①

【解説】

(1)　コイルのリアクタンス$_{ア}$は，$\underline{\omega L}_{イ}$

コイルの電流の位相は，電圧に比べて$\underline{\dfrac{\pi}{2}\text{遅れる}}_{ウ}$ので

$$i_{\mathrm{L}} = \frac{V}{\omega L}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= \underline{-\frac{V}{\omega L}\cos\omega t}_{エ}$$

コンデンサーのリアクタンスは$\underline{\dfrac{1}{\omega C}}_{オ}$

コンデンサーの電流の位相は電圧に比べ$\underline{\dfrac{\pi}{2}\text{すすむ}}_{カ}$ので，

$$i_{\mathrm{C}} = \omega CV\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= \underline{\omega CV\cos\omega t}_{キ}$$

よって，

$$i = i_{\mathrm{L}} + i_{\mathrm{C}} = \left(-\frac{V}{\omega L}\cos\omega t\right) + \omega CV\cos\omega t$$

$$= \underline{V\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)\cos\omega t}_{ク}$$

(2)　$\omega_{\mathrm{r}}C - \dfrac{1}{\omega_{\mathrm{r}}L} = 0$　　$\omega_{\mathrm{r}} > 0$ より　$\omega_{\mathrm{r}} = \underline{\dfrac{1}{\sqrt{LC}}}_{ケ}$ のとき $i = 0$ となる。i_{C} は

$$i_{\mathrm{C}} = \omega_{\mathrm{r}}CV\cos\omega_{\mathrm{r}}t$$

$$= \underline{V\sqrt{\frac{C}{L}}\cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right)}_{コ}$$

となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　確認テスト

【解答】

1：⑤　2：②　3：⑤　4：②　5：③

【解説】

1　$200 \times 4.2 \times (60 - 40) = \underline{16800\ [\mathrm{J}]}$

2　$80 \times (60 - 40) = \underline{1600\ [\mathrm{J}]}$

3　$\underbrace{336}_{1\mathrm{g}あたり} \times \underbrace{x}_{\mathrm{g}数} = \underline{336x\ [\mathrm{J}]}$

4　$x \times 4.2 \times (40 - 0) = \underline{168x\ [\mathrm{J}]}$

5　熱量保存則より

$$\underbrace{16800}_{1} + \underbrace{1600}_{2} = \underbrace{336x}_{3} + \underbrace{168x}_{4}$$

$\therefore\ x \fallingdotseq \underline{36.5\ [\mathrm{g}]}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　確認テスト

【解答】

1：(エ)　2：(コ)　3：(カ)　4：(ア)　5：(カ)　6：(イ)　7：(キ)　8：(ア)　9：(イ)　10：(ア)

【解説】

モル数を n として状態方程式は,

$$\begin{cases} \mathrm{A}: \quad pV = nRT_{\mathrm{A}} & \text{—①} \\ \mathrm{B}: \quad 2pV = nRT_{\mathrm{B}} & \text{—②} \\ \mathrm{C}: 2p\cdot 4V = nRT_{\mathrm{C}} & \text{—③} \\ \mathrm{D}: \quad p\cdot 4V = nRT_{\mathrm{D}} & \text{—④} \end{cases}$$

(1)　②÷①より　$T_{\mathrm{B}} = \underline{2T_{\mathrm{A}}}_1$

③÷①より　$T_{\mathrm{C}} = \underline{8T_{\mathrm{A}}}_2$

④÷①より　$T_{\mathrm{D}} = \underline{4T_{\mathrm{A}}}_3$

(2)　A→Bは定積変化ゆえ，熱力学第1法則より

$\underline{Q_{\mathrm{AB}} = \varDelta U_{\mathrm{AB}}}_4$

B→Cは定圧変化ゆえ，熱力学第1法則より

$Q_{\mathrm{BC}} = \varDelta U_{\mathrm{BC}} + W_{\mathrm{BC}}$　　∴　$\varDelta U_{\mathrm{BC}} = \underline{Q_{\mathrm{BC}} - W_{\mathrm{BC}}}_5$

C→Dは定積変化ゆえ，熱力学第1法則より

$\underline{-Q_{\mathrm{CD}} = \varDelta U_{\mathrm{CD}}}_6$

D→Aは定圧変化ゆえ，熱力学第1法則より

$-Q_{\mathrm{DA}} = \varDelta U_{\mathrm{DA}} + (-W_{\mathrm{DA}})$　　∴　$\varDelta U_{\mathrm{DA}} = \underline{-Q_{\mathrm{DA}} + W_{\mathrm{DA}}}_7$

(3)　気体が熱量を吸収するのはA→BとB→Cだから，気体が吸収した熱量は

$\underline{Q_{\mathrm{AB}} + Q_{\mathrm{BC}}}_8$

気体が仕事をするのはB→CとD→Aで，D→Aでは負の仕事をするので，気体が外へした仕事は

$\underline{W_{\mathrm{BC}} - W_{\mathrm{DA}}}_9$

よって，熱効率は

$$e = \underline{\frac{W_{\mathrm{BC}} - W_{\mathrm{DA}}}{Q_{\mathrm{AB}} + Q_{\mathrm{BC}}}}_{10}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　確認テスト

【解答】

［A］ ④　　［B］ 問1　③　　問2　③　　問3　⑥　　問4　③

【解説】

［A］

電子は電磁波を放射してエネルギー$_ア$を失う。また，原子が状態遷移する時には，その差に相当するエネルギーを光子$_イ$として放出する。

［B］

問1　原子番号 Z，質量数 A の原子核では，陽子は Z 個，中性子は $A-Z$ 個ゆえ

$$\Delta m = \{\underset{\text{a}}{\underline{Z}} \times m_{\text{p}} + \underset{\text{b}}{\underline{(A-Z)}} \times m_{\text{n}}\} - m$$

問2　結合エネルギーは，質量欠損に相当する分のエネルギーゆえ

$$\underline{\frac{\Delta mc^2}{A}}$$

問3　α 崩壊を x 回，β 崩壊を y 回として，

$$\begin{cases} \text{質量数について}：238 - 4x = 206 \\ \text{原子番号について}：92 - 2x + y = 82 \end{cases}$$

2式より，$\underline{x = 8,\ y = 6}$

問4　45億年前，${}^{238}_{92}\text{U}$ は現在の2倍，${}^{235}_{92}\text{U}$ は $2^{\frac{45}{9}} = 32$ 倍あったので，

$${}^{238}_{92}\text{U} : {}^{235}_{92}\text{U} = 99 \times 2 : 1 \times 32 = 99 : 16$$

よって，${}^{235}_{92}\text{U}$ は全体の

$$\frac{16}{99+16} \fallingdotseq 0.14 \qquad \therefore \quad \underline{14\%}$$

存在した。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⓒ RECRUIT
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。